BUFFON

# Storia naturale

PAOLO BORINGHIERI · TORINO

## Buffon, *Storia naturale*

Primo discorso: Sulla maniera di studiare e di trattare la storia naturale

Secondo discorso: Storia e teoria della Terra. Prove della teoria

La traduzione del primo volume della *Storia naturale* del Buffon costituisce una vera e propria novità, indicativa del criterio seguito nella stesura del programma della collana di Classici della scienza, che è di riproporre i monumenti del nostro passato scientifico nella loro realtà di "fenomeni" culturali, e non come le tappe di un cosiddetto progresso tecnico conoscitivo, che, al di fuori di pure connessioni verbali, è per propria natura indifferente al fatto culturale come tale. La presentazione al lettore italiano dei primi due Discorsi della *Storia naturale* del Buffon vorrebbe dunque rompere l'ormai tradizionale orizzonte interpretativo del diciottesimo secolo, popolato, troppo a esclusione di altri, da Voltaire, Diderot, d'Alembert, Rousseau ecc. Accanto ad essi, questa figura di filosofo scienziato, insistentemente presentato solo come il grande pittore e l'eloquente descrittore della natura, rivela una concretezza di interessi e una complessità di pensiero che, se non gli sono state rifiutate, non ci si è nemmeno sforzati di rivendicargli. Si è molto parlato dell'antisistematismo del secolo dei lumi, ma troppo spesso si è andati a rintracciarlo, per un vizio che in tal caso si nasconde sotto le facili apparenze dei connubi illuministici fra scienza e filosofia, in coloro che fecero ufficiale professione di filosofi. Col Buffon sarà invece possibile inserire una nuova misura nella comprensione e nella valutazione del secolo illuminato, proprio perché l'argomentazione teorica che si trova nella sua opera non si limita al riferimento piú o meno sottinteso a ricerche scientifiche svolte soprattutto da altri, ma nasce direttamente da interessi e risultati che costituiscono il contenuto stesso della scienza positiva.

COLLANA DI CLASSICI DELLA SCIENZA

## Galilei, *Discorsi intorno a due nuove scienze*

a cura di L. Geymonat e A. Carugo, XXVIII-588 pp. d'introduzione e testo + 300 pp. di note storico-critiche

Se le scoperte dei satelliti di Giove, delle fasi di Venere, delle macchie solari richiedevano unicamente — secondo il celebre giudizio del Lagrange — la scoperta dei telescopi, per ricavare invece le leggi della natura dalla massa dei fenomeni piú comuni, che sempre erano caduti sotto gli occhi degli uomini e che avevano costituito l'oggetto della loro attività quotidiana, era necessario un concorso di piú fattori, d'ordine speculativo e pratico, che solo una mente come quella di Galileo poteva dominare. I *Discorsi* s'impongono per il rigore scientifico, la precisione e la coerenza del metodo, che rendono la ricerca galileiana nettamente superiore a quella dei suoi contemporanei e segnano una svolta decisiva nello sviluppo storico della scienza.

## Eulero, *Lettere a una principessa tedesca*

a cura di G. Cantelli, XXVIII-858 pp. d'introduzione e testo + 100 pp. di note storico-critiche

Nate occasionalmente dalle lezioni impartite per corrispondenza a una delle piú nobili dame della corte di Federico II di Prussia, le *Lettere a una principessa tedesca* mantengono intatta l'immediatezza e la spontaneità, senza alcuna affettazione, con cui furono concepite dal loro autore. Gli argomenti trattati sono numerosi e abbracciano i piú disparati campi della fisica: dalla meccanica all'elettricità e al magnetismo, dall'astronomia alla geografia fisica e all'ottica. Numerose le osservazioni di filosofia, soprattutto acute quando Eulero, estendendo le sue ricerche ai princípi stessi della scienza, cercherà di stabilire con rigorosa logica le proprietà fondamentali dei corpi, l'origine delle forze, le cause del movimento, assumendo un atteggiamento di decisa critica sia contro i newtoniani di stretta osservanza che contro gli epigoni della filosofia di Leibniz.

EDITORE BORINGHIERI

BUFFON

# STORIA NATURALE

*Primo discorso. Sulla maniera di studiare la*

STORIA NATURALE

*Secondo discorso. Storia e*

TEORIA DELLA TERRA

A CURA DI
MARCELLA RENZONI

TORINO
PAOLO BORINGHIERI

# HISTOIRE NATURELLE,

## GÉNÉRALE ET PARTICULIÉRE,

*AVEC LA DESCRIPTION*

## DU CABINET DU ROI.

*Tome Premier.*

À PARIS,

DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCXLIX.

# *INDICE*

# *INTRODUZIONE*

La *Storia naturale generale e particolare*, di cui presentiamo al lettore italiano il primo volume, è la grande opera in 36 volumi che Buffon elaborò per circa cinquant'anni, dall'inizio cioè della sua fortunata carriera di intendente del Giardino del Re fino alla morte. La *Storia naturale* cominciò ad apparire nel 1749, esattamente nel mese di novembre, in un'accuratissima edizione in 4° della Stamperia reale: *Histoire naturelle générale et particulière* (À Paris, de l'Imprimerie royale), 3 volumi. Con il terzo volume cominciava la collaborazione di Louis Daubenton (1716-1800) per la parte descrittiva della storia degli animali, e questa collaborazione si manterrà ininterrotta per tutta la prima serie di 15 volumi della *Storia naturale*.

I tre volumi pubblicati andarono esauriti in poco piú di un mese. Successo strepitoso, di cui l'autore con aperta soddisfazione informava l'amico Gabriel Cramer, comunicandogli che già erano in corso di stampa altre due edizioni e che, a quanto egli sapeva, erano già state fatte traduzioni in inglese, tedesco, olandese, facilmente reperibili a Londra, Lipsia, L'Aia, Parigi. Nel 1750 uscí infatti un'edizione in 12°, sempre della Stamperia reale, nonché una ristampa riveduta e corretta in 4°. Contemporaneamente compariva all'Aia un'edizione olandese

del testo francese[1] e, accompagnata da una introduzione del celebre Haller, una traduzione tedesca.[2] Non sappiamo quali siano le traduzioni inglese e olandese cui alludeva Buffon; probabilmente si trattava di progetti che l'interesse suscitato dall'opera aveva suggerito e che Buffon, nell'entusiasmo del successo riscosso, aveva spontaneamente tradotto in realtà. Ma le edizioni francesi non si fermarono qui, e prima che uscisse il quarto volume dell'opera se ne ebbero altre due in 12°,[3] in modo che, quando nel 1753 Buffon presentava il quarto volume della sua *Storia naturale*, i primi tre volumi erano già alla loro quinta edizione. Difficilmente si potrebbe trovare un eguale successo, tanto piú che non si trattò di un fenomeno momentaneo, ma solo dell'inizio di una delle piú fortunate vicende editoriali che si siano verificate nella storia di un'opera.

Dal 1753 Buffon pubblicò regolarmente ogni anno o ogni due anni i grossi tomi in 4° del suo lavoro: dal '49 al '67 vennero complessivamente pubblicati 15 volumi, che comprendevano, nel primo volume, il discorso "Sulla maniera di studiare e di trattare la storia naturale" e il discorso sulla "Storia e la teoria della Terra", con le relative "Prove"; nel secondo e nel terzo volume la "Storia dell'uomo"; dal quarto al quindicesimo la "Storia degli animali". A questi primi 15 volumi fecero seguito, dal 1770 al 1783, i 9 volumi in 4° della *Storia naturale degli uccelli*,[4] ove Buffon ebbe come collaboratori dal terzo al sesto volume Philibert Guénau de Montbéliard (1720-85), dal settimo al nono Daubenton e Gabriel Bexon (1748-84). Col 1774 cominciò anche la pubblicazione dei 7 volumi in 4° dei *Supplementi*,[5] di cui il quinto volume comprendeva le "Epoche della natura", con le "Aggiunte e correzioni agli articoli che contengono le Prove della teoria della Terra". La pubblicazione dei *Supplementi* fu terminata l'anno seguente la morte di Buffon, che dal 1783 al 1788 aveva dato alle stampe

[1] *Histoire naturelle* ecc. (P. de Hondt, L'Aia 1750).

[2] *Allgemeine Historie der Natur...* mit einer Vorrede Herrn Doctor Albrecht von Haller (Amburgo e Lipsia 1750-1774).

[3] Nel 1751 e nel 1752, entrambe dell'Imprimerie royale.

[4] *Histoire naturelle des oiseaux* (Imprimerie royale, Parigi 1770-1783).

[5] *Suppléments à l'Histoire naturelle* (ivi 1774-1789).

anche i 5 volumi in 4° della *Storia naturale dei minerali*,[1] il cui quinto volume comprendeva esclusivamente il "Trattato sul magnete e sui suoi usi".

La storia naturale rimaneva incompleta. In compenso i 36 volumi pubblicati non presentavano lacune: Buffon aveva lungamente rielaborato tutti i soggetti trattati, correggendoli, aggiornandoli e ampliandoli nei *Supplementi* e nella *Storia dei minerali*, e curando contemporaneamente le varie edizioni che via via ne erano state fatte, alcune delle quali per sua espressa volontà. Nel 1788, continuando le cinque edizioni sopra ricordate, se ne aggiungevano già altre sei.[2]

Con la morte di Buffon il destino della *Storia naturale* restava affidato alla nutrita schiera dei cultori delle scienze naturali (allora in piena anche se tempestosa ascesa), che alla fine del diciottesimo secolo e per la prima metà del diciannovesimo affollarono l'ambiente culturale francese, vivace e ricco di novità e di contributi. Pubblicare e ripubblicare l'opera di Buffon divenne quasi un contributo d'obbligo dei naturalisti alla divulgazione delle scienze naturali.

Impossibile enumerare qui tutte le edizioni dall'ultimo decennio del Settecento alla metà dell'Ottocento. Ci limiteremo a ricordare le principali: prima della fine del secolo quella del Castel (Parigi, anno VII), che sottopose il testo di Buffon a un ignominioso rimaneggiamento, fondendo e confondendo insieme la *Storia* con i *Supplementi*, e che per primo vi adattò la classificazione linneiana; quella del Sonnini (Parigi, anno VII-1808), non certamente migliore della precedente; la prima edizione messa in ordine dal Lacépède, che fin dal 1788 era stato incaricato da Buffon stesso a continuare la sua opera.[3] A Étienne de Lacépède (1756-1825) si deve inoltre il completamento dell'edizione principale della *Storia naturale*, con 8 volumi sui quadrupedi ovipari, i serpenti, i pesci, i cetacei eccetera (1788-1804), di cui il primo pubblicato quando era ancora in vita

[1] *Histoire naturelle des minéraux* (ivi 1783-1788).

[2] La prima del 1766, pubblicata ad Amsterdam. Le quattro seguenti (1769, 1772, 1774, 1774) non conterranno la descrizione anatomica del Daubenton. L'ultima è del 1785.

[3] *Histoire naturelle*... mise en ordre par Lacépède (Parigi 1799-1822), 76 volumi in 18°.

Buffon. Questa continuazione del Lacépède non è piú pubblicata dalla Stamperia reale, ma dal Plassan.

Nell'Ottocento la Storia naturale viene ripubblicata con tutti gli altri scritti del Buffon sotto il titolo di *Œuvres complètes*. Fra le edizioni piú importanti si possono ricordare le due del Bastien;[1] quella inizialmente diretta dal Lamouroux e continuata dal Desmarets (Parigi 1824-1832); l'edizione curata dal Cuvier, che comprenderà la sola *Storia naturale*;[2] quella in cinque volumi del Geoffroy Saint-Hilaire, fondamentale per la notizia storica sulle scienze naturali inseritavi dal curatore;[3] le numerose edizioni alle quali venne aggiunta la classificazione del Cuvier.

Dopo questo elenco assai incompleto ricorderemo le due migliori edizioni dopo quella originale della Stamperia reale, pubblicate entrambe nella seconda metà dell'Ottocento: quella del Flourens (Parigi 1853-1855), reintegrazione del testo originale dopo le innumerevoli, e di solito pessime, edizioni della prima metà dell'Ottocento, e quella del Lanessan (Parigi 1884-1885), annotata e preceduta da una introduzione ancora oggi fondamentale, e alla quale fu unita la piú completa raccolta della corrispondenza di Buffon, aumentata di circa duecento lettere nei confronti di quella del 1860 curata dal Nadault de Buffon.

L'edizione del Lanessan è stata l'ultima completa. Numerose le scelte nell'Ottocento, ma nessuna di particolare rilievo.

Nel nostro secolo, assai avaro di interesse verso Buffon, se ne annoverano al massimo una decina assolutamente insufficienti, parzialissime e prive di impegno. Da ricordare solo quella del Gohin agli inizi del Novecento.[4] Recentemente si è avuta una buona raccolta dei testi piú importanti di tutta l'opera del Buffon a cura del Piveteau, con il titolo di *Œuvres philosophiques*

[1] La prima del 1801; l'altra edizione piú completa è del 1811 in 34 volumi.

[2] *Histoire naturelle*, mise dans un nouvel ordre, précédée d'une notice sur la vie et les ouvrages de çet auteur, par M. le baron Cuvier (Parigi 1825-1826), 36 volumi in 12°.

[3] *Œuvres complètes...* précédées d'une notice historique et de considérations générales sur le progrès de l'influence philosophique des sciences naturelles depuis cet auteur jusqu'à nos jours, par M. Geoffroy Saint-Hilaire (Parigi 1837-1838), 5 volumi in 8°.

[4] Buffon, *Discours et vues générales*, nouveaux extraits avec une introduction et des notes par F. Gohin (Parigi 1905).

*de Buffon*, presentata da un'introduzione a largo carattere informativo e seguita da un'ottima, preziosa bibliografia dei manoscritti, delle opere, delle edizioni e degli studi su Buffon.[1]

Le traduzioni piú numerose sono state quelle tedesche, cinque dell'intera *Storia naturale*, tutte settecentesche, e due nell'Ottocento delle *Opere complete*. Quattro le traduzioni inglesi, di cui tre del Settecento e una del primo Ottocento. Una traduzione spagnuola del 1785, e una olandese del 1808. Le traduzioni italiane sono, dopo quelle tedesche, le piú numerose; la prima del 1782, presso Zatta (Venezia 1782-1791), le altre tutte dell'Ottocento, di cui due condotte sull'edizione del Castel e due su quelle del Lacépède.[2] L'ultima edizione italiana, che è anche l'ultima traduzione in lingua straniera, risale al 1869, fu stampata a Napoli, curata dal Boschi, e venne condotta sull'edizione del Flourens.

I due discorsi che formano il primo volume della *Storia naturale*, sempre ripubblicati nelle varie edizioni complete, trovarono frequentemente luogo nelle numerose scelte che sempre furono fatte dell'opera del Buffon. Non siamo tuttavia in grado di dare un elenco esatto di quante volte i due discorsi, separatamente o insieme, compaiono nelle varie scelte, molte delle quali non ci è stato dato reperire; possiamo solo osservare che il "Discorso sulla maniera di trattare e di studiare la storia naturale", quando viene pubblicato, viene di solito riprodotto per intero, mentre del secondo discorso viene in genere restituito solo il testo della "Storia e teoria della Terra" senza le "Prove".

La personalità di Buffon si rivela all'improvviso, all'indomani della pubblicazione dei primi tre tomi della *Storia naturale*. Fino allora egli era sembrato destinato a una brillante carriera pubblica, quale intendente del Giardino del Re, ma a una parte di secondaria importanza nel mondo della cultura, limitata a piccoli per quanto interessanti contributi alle scienze fisiche e naturali e a esemplari traduzioni, tutto ciò sostenuto da una

[1] *Œuvres philosophiques de Buffon* par J. Piveteau (Parigi 1954). La bibliografia è a cura di E. Genet-Varcin e J. Roger.

[2] Le edizioni sono del 1812, 1820, 1829, 1830.

preparazione solida da buon dotto del Settecento. La sua meteora esplode perciò inaspettata: la posizione influente che egli occupa, l'immediato successo riscosso dall'opera, gli argomenti che egli vi ha affrontato e la vastità con la quale li ha trattati, impediscono a chiunque di ignorarlo, e fanno convergere su di lui tutti gli sguardi. È allora che il problema Buffon comincia: il Diderot nel carcere di Vincennes legge avidamente e annota i tre volumi, già pronto a collaborare in consigli e scambi di idee con il loro autore;[1] il Montesquieu si chiude in un prudente riserbo, meravigliato e sconcertato di fronte alla nuova opera, di cui non riesce a valutare la portata e il valore;[2] gli scienziati di professione la giudicano con diffidenza e concludono per l'impreparazione del suo autore, che si è cosí sfacciatamente cimentato in una materia rimastagli per tanto tempo estranea, tacciandolo soprattutto di sistematismo;[3] il Grimm non si perita a sottoscrivere questa accusa, e riconosce a Buffon soprattutto il merito di essere un ottimo divulgatore, grazie in particolar modo allo splendore dello stile;[4] la Sorbona,[5] gli ambienti giansenisti,[6] apologeti quali il Gautier d'Agoty si mettono a rumore per l'intravista empietà delle tesi sostenute dal Buffon (il 17 gennaio 1751 la Facoltà di teologia esprimeva in una lettera a Buffon il suo biasimo per alcuni princípi espressi nella sua opera [7]); e il d'Alembert fa consistere la sua dote maggiore nello stile, a suo parere caratteristica fondamentale dell'opera.[8]

Buffon e la *Storia naturale* entrano cosí nella storia della critica; essa, come si rivela fin dall'inizio, risulterà incerta, talvolta contraddittoria, anche se si manterrà per lungo tempo piú che prodiga di interesse.

[1] D. Diderot, *Correspondence* (Parigi 1955) vol. 1, p. 96.

[2] Ch. de Montesquieu, *Œuvres complètes* (Parigi 1838) p. 652.

[3] C.-G. de Malesherbes, *Observations sur l'Histoire naturelle générale et particulière de Mrs de Buffon et Daubenton* (Parigi 1796) vol. 1, p. 23.

[4] F. M. Grimm, *Correspondence littéraire, philosophique et critique* (Parigi 1877-1882) vol. 1, pp. 336 sgg.; vol. 3, pp. 301-05.

[5] R.-L. d'Argenson, *Journal et mémoires* (Parigi 1859-1867) vol. 6, p. 8.

[6] Nouvelles ecclésiastiques (marzo 1750).

[7] Cfr. *Histoire naturelle*, vol. 4 (1753) pp. v sgg.

[8] J. d'Alembert, *Discours préliminaire à l'Encyclopédie*, in *Œuvres complètes* (Parigi 1821) vol. 1, p. 77.

Di fronte ai suoi contemporanei Buffon rimane fondamentalmente incompreso: come troppo spesso è avvenuto, i piú pronti a cogliere, sotto certi aspetti, la novità e i pericoli nascosti dietro le sue lucide e splendenti immagini sono gli ambienti ortodossi, gelosi custodi di quella tradizione che Buffon intacca da piú lati. Fra i *philosophes* forse solo il Maupertuis, dal quale Buffon in parte dipende, e il Diderot, che invece da Buffon trae ispirazione, arrivano a comprenderlo: e solo col Diderot e col Maupertuis Buffon ha nella vita relazioni che non siano puramente formali. In verità c'è qualche cosa nella sua opera che i contemporanei non arrivano a cogliere chiaramente, cosí da essere indotti a risolvere il giudizio definitivo su di lui nel piú disinvolto dei modi. L'aspetto della *Storia naturale* che rivela i piú aderenti nessi con ciò che la precede è il piú accessibile a uomini quali il Grimm, allo stesso d'Alembert, a un Condillac,[1] piú tardi a un Condorcet,[2] mentre ciò che essa ha di nuovo rimane non tanto nebuloso quanto inavvertito.

Del passato, in particolare dei due secoli che ha alle sue spalle, Buffon si vale, riunendo nella sua opera molto del materiale che le affannose ricerche dei dotti hanno con miope insistenza accumulato. Ma al futuro egli si rivolge con passione e con avidità rielaborando su basi completamente rinnovate questo materiale, attraverso brillanti intuizioni, che non sono solo frutto della sua vivace genialità, ma appaiono anche come i risultati di oculate osservazioni e di nessi attentamente ricercati. Si tratta tuttavia quasi sempre di intuizioni, che se in certi casi possono trovare addentellati anche in qualche contemporaneo di Buffon, di fatto superano le capacità recettive dell'epoca, perché poggiano su di un materiale che non è adeguato alle conclusioni trattate e, come tale, insufficiente a chiarire i risultati cui perviene Buffon e a renderne immediatamente accessibile una comprensione. Questo per quanto riguarda il concetto di geologia o i tratti salienti del suo evoluzionismo, sia geologico che biologico, o la sua stessa rigorosa metodologia.

Una tale incomprensione avalla la taccia, cosí ricorrente nel-

[1] Si veda la critica rivolta a Buffon da É. DE CONDILLAC, *Traité des animaux* (1755).

[2] A. DE CONDORCET, *Éloge de Buffon*, in BUFFON, *Œuvres complètes*, a cura di P. Flourens (Parigi 1853-1855) vol. I, p. 3.

l'epoca, di sistematismo nella *Storia naturale*, e nello stesso tempo rivela la piú vera origine di quell'accanito trincerarsi dei contemporanei dietro i meriti stilistici e divulgativi dell'opera di Buffon. Ciò che infatti li colpisce è il ritrovare nella sua opera un'esposizione esauriente e chiarissima dei vari risultati cui erano pervenute le scienze naturali, e trovarlo trasposto nella piú fluente e rigogliosa prosa. Ma si sa anche che Buffon non apprezzava molto l'attributo di *grand coloriste* con il quale egli era noto nei salotti della Parigi mondana da lui dispettosamente disertati.[1] Eppure l'appellativo gli è rimasto ed è ancora oggi il piú battuto e ricorrente nella storia della sua critica.

La grande scuola dei naturalisti francesi, dalla fine del Settecento fino a tutta la prima metà dell'Ottocento, si avvicinò a Buffon in maniera ovviamente diversa dai suoi contemporanei, ma, strana sorte della *Storia naturale*, i giudizi non furono piú felici. Buffon venne allora preso in considerazione da scienziati nei quali ormai era andato perduto il tratto del *savant* cosí caratteristico dei pensatori e degli uomini di cultura del Seicento e del Settecento. La *Storia naturale* fu messa brutalmente a confronto con i risultati delle piú recenti scoperte, e ne uscí evidentemente svantaggiata. Né quello che di essa fu salvato poteva risultare sufficiente a rivalutare l'intera opera di Buffon, troppo ricca e complessa per dipendere da cosí poco.[2] D'altra parte gli indirizzi scientifici che si vennero allora affermando si fondarono su quell'aspetto della scienza che aveva maggiormente ripugnato a Buffon: il tecnicismo formale che segnò il trionfo della classificazione metodica, contro la quale Buffon aveva lottato fino all'ultima pagina della sua opera. Tuttavia la *Storia naturale* fu trovata indispensabile perché, come scriveva il curatore di una delle sue edizioni, "non vi è altro trattato di storia naturale che racchiuda lo stesso complesso di conoscenze".[3] Il Cuvier, che l'aveva aspramente criticata nei suoi aspetti piú generali, rivalutandone solo alcuni di carattere estremamente

[1] F. Villemain, *Cours de littérature française - Tableau de la littérature française au XVIIIe siècle* (Parigi 1851) vol. 2, p. 204.

[2] Cfr. soprattutto G. Cuvier, *Histoire des sciences naturelles depuis leur origine jusqu'à nos jours* (Parigi 1831-1845) vol. 4, pp. 156 sgg.; e la notissima monografia di P. Flourens, *Buffon-Histoire de ses travaux et de ses idées* (Parigi 1844).

[3] Ch.-N.-S. Sonnini, *Avant-propos* alla *Histoire naturelle* (Parigi, anno vii).

particolare, ne dava questo giudizio conclusivo: "Il suo merito maggiore è lo stile."[1] Ancora una volta la *Storia naturale* tornava perciò ad assolvere quella funzione eminentemente divulgativa, facilitata dalla bellezza delle sue immagini, che già le era stata assegnata dal giudizio dei contemporanei. Vi fu tuttavia in quel periodo chi colse qualche cosa di ben piú peculiare nell'opera del Buffon: dobbiamo fare i nomi di Lamarck, di Geoffroy Saint-Hilaire, di Goethe, e parecchi anni piú tardi forse dello stesso Darwin,[2] indubbiamente di certi naturalisti dell'evoluzionismo, per esempio dello Huxley. Ma il Lamarck attuò, piú che denunciò, un suo valido legame col pensiero di Buffon, e sarebbe all'uopo da parte nostra mettere in luce questi nessi; il Geoffroy Saint-Hilaire,[3] e gli evoluzionisti in genere, rimasero invece troppo legati a una posizione di precursorismo che non chiarí certamente su di un piano di valutazione oggettiva e storica il pensiero e il contributo scientifico del grande naturalista. Il Goethe formò parte di se stesso sulla lettura di Buffon, ma non ne dette un giudizio complessivo minimamente esauriente: si limitò soltanto a una valutazione che, per quanto positiva e incidente, risulta troppo occasionale.[4] Occorrerebbe lumeggiarla, rivelarne le piú profonde e vere radici, renderla ben altrimenti esplicita.

La critica moderna, non piú condizionata da un rapporto di continuità e di diretta dipendenza con l'opera del Buffon, non è tuttavia riuscita a liberarsi dalle strettoie della critica che l'ha preceduta. La complessa personalità di Buffon, inscindibile nei suoi due volti di filosofo e di scienziato, non è mai stata affrontata nella sua completezza: si sono dati brillanti studi particolari[5] o generali vedute d'insieme,[6] che non hanno però collegato criticamente le varie parti del suo pensiero né la sua genesi

[1] G. Cuvier, *Lettres à C.-N. Pfaff*, 1788-92 (Parigi 1858) p. 72.

[2] J.-L. Lanessan, *L'attitude de Darwin à l'égard de ses prédécesseurs au sujet de l'origine des espèces*, Rev. anthropol. 24, 33-45 (1914).

[3] É. Geoffroy Saint-Hilaire, *Fragments biographiques* (Parigi 1838) pp. 1 sgg.

[4] J. W. Goethe, *Werke - II. Abt.: Naturwissenschaftliche Schriften*, vol. 7: *Zur Morphologie*, *II. Teil* (Weimar 1892) p. 183.

[5] Per esempio, P. Brunet, Archeion 13, 24 sgg. (1931); 19, 21 sgg. (1937); J. Roger, Rev. Sci. humaines, N. 71, 231 sgg. (1953).

[6] Per esempio, D. Mornet, *Les sciences de la nature en France au XVIII^e siècle* (Parigi 1911); L. Roule, *Buffon et la description de la nature* (Parigi 1924).

storica; soprattutto esse non sono andate rintracciando le fonti della sua informazione, salvo le piú ovvie, e la loro successiva elaborazione, e non sono nemmeno arrivate a chiarire questioni importanti come quella dei rapporti di Buffon con gli ambienti che lo circondavano o del suo pensiero religioso.

Il fatto che rimanga ancora oggi fondamentale la monografia scritta nel 1844 dal Flourens dimostra quanto pecchi, nei confronti di Buffon, la moderna storiografia, che ancora una volta si è troppo spesso rifugiata in un elogio delle sue doti di scrittore e di fecondo divulgatore. Alla fine del secolo precedente, in una brevissima notizia sul nostro autore, il Tannery dichiarava in tono polemico che "la dottrina di Buffon è all'altezza dello stile, e la sua personalità come pensatore decisamente spiccata".[1] Quest'affermazione poteva essere l'inizio di un rinnovamento critico nei confronti della storiografia dell'Ottocento su Buffon, e un tale rinnovamento avrebbe dovuto unire alla ricerca delle fonti una visione completa di Buffon filosofo e scienziato insieme. Ma dobbiamo purtroppo constatare che ciò non si è verificato, e che ci troviamo ancora di fronte a presentazioni di Buffon nelle quali l'apparente contraddizione delle tesi da lui sostenute, rivelatrice di una ricca complessità del suo pensiero non ancora messa in chiara luce, viene superficialmente assunta per riconoscere che "la sua vera genialità è di essere stato insieme un dotto e un grande scrittore. La *Storia naturale* rimane un'opera letteraria, e ha servito la scienza proprio per questo suo valore".[2] Ancora una volta presso i critici lo stilista torna a prevalere sul filosofo scienziato e sullo scienziato filosofo.

Il Discorso "Sulla maniera di trattare e di studiare la storia naturale" è una premessa di carattere metodologico ai molti saggi, articoli, discorsi che formeranno l'opera di Buffon. Si potrebbe addirittura parlare di un nuovo "Discorso sul metodo", solo che non potremmo aggiungervi "delle conoscenze e delle

[1] P. Tannery, *L'œuvre scientifique de Buffon*, in É. Lavisse e A. Rambaud, *Histoire générale du IVe siècle jusqu'à nos jours* (Parigi 1893-1900) vol. 7, p. 751.

[2] D. Mornet, *Buffon*, in "Littérature française" a cura di J. Bédier e P. Hazard, nuova ed. a cura di P. Martino (Parigi 1949) vol. 2, p. 72.

scienze", ma piuttosto definirlo un discorso sul metodo proprio a un gruppo di scienze, quelle facenti capo alla cosiddetta storia naturale; del resto basta leggere il titolo per non equivocare. Questa precisazione, apparentemente banale, ed evidente del resto di per se stessa, è sufficiente a darci lo spunto per indicare l'importanza del Discorso e la sua indubbia originalità.

Sotto la comune denominazione di "fisica" vennero chiamate per buona parte del Seicento e fin oltre la metà del Settecento tutte le scienze della natura. Secondo una definizione che troviamo in uno dei piú diffusi trattati della prima metà del Settecento, la fisica è "propriamente la scienza dei corpi; il suo carattere è di rivelarcene i princípi, le proprietà, le disposizioni generali, come la natura e le proprietà di ciascuna specie, cioè di rivelarci gli effetti e le cause degli effetti sensibili, dai quali dipendono l'armonia e la bellezza che i nostri sensi ammirano in questo vasto universo".[1] I vari saggi di fisica, da questo del Regnault a quelli precedenti del Perrault e dell'Hartsoeker, a quelli del Nieuwentijt, dello 'sGravesande, del Musschenbroek, per ricordare solo i piú importanti, trattavano tutti gli aspetti della natura, dall'essenza degli elementi alla conformazione del corpo animale, dai fenomeni metereologici al sistema del mondo. L'unitaria concezione cartesiana della natura, che aveva trovato la sua simbolica espressione nell'albero della fisica geometrica, aveva contribuito in maniera decisiva a fondare questa unità di tutte le scienze che riguardavano la natura. L'avvento della fisica sperimentale non aveva spezzato questa unione, anzi, nel sottoporre tutte le conoscenze al metodo sperimentale, ne aveva riconfermato il già stabilito legame. Se il singolo ricercatore, il botanico, l'anatomista, l'astronomo, l'ottico, il meccanico avevano seguíto e seguivano la loro particolare inclinazione a studiare un determinato aspetto della natura, il filo di Arianna che li aveva guidati a ritrovarlo era la comune sottomissione a un metodo che all'autonomia della ragione e della conoscenza univa l'aderenza al dato di fatto, e che non per-

[1] N. Regnault, *Entretiens physiques d'Ariste et d'Eudoxe, ou Physique nouvelle en dialogues qui renferme précisément ce qui c'est découvert de plus curieux et de plus utile dans la nature* (Parigi 1737) vol. 1, p. 8; cfr. anche pp. 5-7.

metteva altro campo di prova all'infuori di quello relativo alle cose naturali.

La metodologia scientifica era perciò affidata a testi come il *Traité sur la meilleure manière de faire les expériences* del Deslandes, il *De cautione in experentiis recte formandis et applicandis* dell'Hamberger, il *De comparando certo in physicis* del Boerhaave, il *De methodo instituendi experimenta physica* del Musschenbroek, dai quali risultava che il fisico Musschenbroek applicava nelle sue ricerche lo stesso metodo di cui parlava il celeberrimo Boerhaave, e di cui il Deslandes — che citava quali sue fonti, a cominciare dal Boyle, appunto il Musschenbroek, il Boerhaave, l'Hamberger — dava ampie esemplificazioni, riferendosi ora al Newton, ora al Redi o al Swammerdam. Ancora nell'Enciclopedia il d'Alembert dava del termine "fisica" una sintetica ed estensiva definizione, alla quale seguiva un semplice invito all'esperienza e all'osservazione, che piú di qualsiasi definizione valeva a chiarire che cosa precisamente si era voluto intendere per piú di un secolo riunendo tutte le scienze della natura sotto la denominazione di fisica.

La distinzione delle varie scienze, preludio alla loro specializzazione e classificazione, mosse i primi passi nella forma piú semplice e piú adeguata alla scoperta che delle cose naturali stava facendo l'umana conoscenza. Nella *Histoire naturelle* del Dezallier d'Argenville, pubblicata nel 1742, troviamo questa prima distinzione in seno alla fisica: "Di tutte le parti della filosofia la fisica è, dopo la morale, la piú utile e la piú interessante: essa tratta dei princípi delle cose naturali, delle proprietà dei corpi, e delle cause di tutti gli effetti che la natura produce. Si può dividerla in due parti, la filosofica e la storica. La parte filosofica concerne la sfera terrestre, la teoria dei pianeti e il sistema del mondo, stabilisce ipotesi sulla natura degli elementi, delle prime qualità e delle altre cause degli esseri naturali. La parte storica, costituita da fatti sicuri e convalidati dalle conseguenze ricavate dai fenomeni e dalle esperienze, concerne il globo terrestre e descrive tutti i corpi che esso porta e racchiude: questo è il vero oggetto della storia naturale."[1]

[1] A.-J. Dezallier d'Argenville, *L'histoire naturelle éclaircie dans deux de ses parties principales, la lithologie et la conchiliologie* (Parigi 1742) p. 2.

Questa distinzione della fisica in filosofica e storica, ben lungi dal trovare la propria origine in problemi intrinseci alle scienze stesse e agli oggetti che esse prendevano in considerazione, rivelava i suoi immediati presupposti nel processo attraverso il quale si cercava di afferrare e di spiegare la cosa naturale; in altre parole, l'iniziale distinzione delle scienze venne regolandosi sui diversi gradi attraverso i quali l'intelletto stabiliva conoscenze chiare ed evidenti che, superando una prima caratterizzazione descrittiva dei fenomeni, affidata alla fisica storica, dessero ragione attraverso la fisica filosofica della loro natura e delle loro leggi.

Tale era ancora la posizione dell'Enciclopedia, per lo meno nelle sue parti piú tradizionalistiche, intendendo per tradizione i suoi legami con la metodologia baconiana e cartesiana. In realtà però doveva trattarsi di una distinzione delle scienze puramente illusoria. Per rendersene conto basta scorrere l'articolo sulla fisica o il chiarissimo Prospetto delle scienze, dove la distinzione fra conoscenza storica e filosofica veniva codificata secondo una distinzione dei gradi della conoscenza di baconiana memoria, sulla quale si tornava a fondare una valutazione del processo conoscitivo tipicamente cartesiana. Alla storia veniva infatti affidata una funzione puramente mnemonico-descrittiva, che non poteva innalzarsi a una spiegazione dei fenomeni ma solo presentarli, mentre alla conoscenza definita filosofica veniva affidata una funzione raziocinante, che procedeva alla spiegazione degli stessi attraverso l'enunciazione delle loro cause esprimibili in leggi fisiche, fisse ed immutabili. Dove risulta evidente come l'unità delle scienze fisiche permaneva, in quanto le distinzioni operate nel suo seno non equivalevano che a momenti di un unico processo conoscitivo, che riconosceva valore di scienza solo all'ultimo atto affidato alla fisica filosofica, piú propriamente definita fisica geometrica o matematica.

Ma non piú tardi del 1753, due anni dopo, cioè, la pubblicazione del primo volume dell'Enciclopedia, il Diderot doveva dichiarare: "stiamo vivendo una grande rivoluzione nelle scienze", e qualche anno piú tardi ribadire che in fatto di scienza il gusto era cambiato. In verità, come ben sapeva il Diderot, era ben piú di un gusto che cambiava: la scienza

naturale nasceva come scienza autonoma e il Discorso col quale iniziava l'opera di Buffon aveva segnato il suo atto di nascita. Esso recava infatti un'importantissima novità: si trattava del primo discorso sul metodo da applicare non all'insieme delle conoscenze e delle scienze, bensí a un gruppo particolare, proprio a quel ramo al quale era stato fino allora assegnato un ruolo di pedestre preparazione nel processo conoscitivo. Naturalmente, scontato l'adeguamento al metodo sperimentale, nel Discorso la storia naturale veniva ad acquistare una sua autonomia, rintracciabile in proprie esigenze metodiche, in proprie conclusive ed esaurienti spiegazioni e soluzioni di problemi relativi agli esseri dei vari regni naturali. Per la prima volta risultava spezzata quell'unità delle scienze fisiche che si era affermata nel processo di formazione delle prime conoscenze scientifiche (attraverso la comune sottomissione al metodo sperimentale) e che si era venuta identificando col raggiungimento della suprema conoscenza delle leggi immutabili che regolano l'universo e che sono matematicamente esprimibili. All'unità si veniva a sostituire un'autonomia da parte delle singole scienze; un'autonomia che trovava la sua ragione d'essere nelle intrinseche esigenze degli oggetti che distinguevano le scienze, i quali spesso rivelavano aspetti irriducibili alle leggi fisico-matematiche o da esse irrisolvibili, ma altrettanto validi nella loro realtà.

Dopo aver trattato singole questioni metodologiche proprie delle scienze appartenenti alla storia naturale, nell'ultima parte del Discorso Buffon affrontava deliberatamente, anche se molto cautamente, il problema generale della scienza, fino allora affidata, per la sua piena realizzazione, alla fisica geometrica. Buffon rivelava l'insufficienza e l'inadeguatezza di quest'ultima di fronte a molte questioni "troppo complesse" della natura, e rivolgeva perciò un invito a seguire fenomeni, esperienze, e rapporti fra fenomeni ed esperienze, nel loro ordine piú naturale, senza affrettarsi troppo a generalizzazioni matematizzanti. Si trattava di un invito cui Buffon non dava esplicita formulazione, tracciando la via da seguire: egli si limitava a rimandare ai saggi principali della sua *Storia naturale*; ma ciò era sufficiente per indicare un nuovo corso di conoscenza, il quale, seguendo "l'ordine piú naturale" ai fenomeni, avrebbe rivelato che non

solo l'immutabilità della natura, ma anche la sua storia ha diritto al riconoscimento di scienza.

Buffon cosmologo e geologo è un vero e proprio sconosciuto. Ciò meraviglia tanto maggiormente perché appartiene a questo aspetto dei suoi molteplici interessi l'opera che, dopo il "Discorso sullo stile", è stata ed è ancora, senza alcun dubbio, la piú nota, la piú riedita, la piú tradotta: le "Epoche della natura". Nessuno ha cercato di approfondire il posto che la cosmo-geologia del Buffon poté avere nell'epoca, né la sua piú o meno sostenibile originalità, né il significato del fatto che la *Storia naturale* cominciasse con un saggio sulla teoria della Terra e che quasi al termine della sua feconda attività di naturalista l'autore tornasse di nuovo ad affrontare a fondo l'argomento. È stato considerato superfluo arrivare a stabilire l'intrinseco valore della "Storia e teoria della Terra" e delle "Epoche della natura", e puramente formale risulta il rapporto che si è voluto porre fra l'una e l'altra. Neppure le polemiche che ambedue le opere suscitarono al loro apparire sono state un incentivo occasionale a qualche studio specifico. All'inizio del nostro secolo, in una nota storia della geologia, Buffon è stato sbrigativamente definito l'ultimo dei geologi che si sia abbandonato alle induzioni dettate dalla fantasia,[1] e con stupore abbiamo ritrovato questo giudizio negativo espresso assai di recente in forma ancora piú accentuata, al punto da escludere qualsiasi interesse per una critica dettagliata delle teorie geologiche del naturalista francese.[2] Si tratta in verità di una valutazione che tradiva, e continua a tradire, il pregiudizio, ancora troppo radicato, di poter ripercorrere il cammino della storia delle scienze sul solo metro dell'obiettiva validità dei risultati che esse hanno progressivamente selezionato, ignorando il processo che ha condotto alla loro formazione e che ne è parte altrettanto integrante, nella cui ricostruzione devono trovare un positivo riconoscimento elementi ben piú complessi di quelli che hanno mantenuto un'ancora sostenibile veridicità scientifica. Per tutto questo abbiamo giudicato particolarmente opportuno presentare, dei

[1] L. Launay, *La science géologique - Ses méthodes, son histoire* (Parigi 1905) p. 62.
[2] J. Piveteau, *Introduction*, in *Œuvres philosophiques de Buffon* cit., p. XIII.

due saggi cosmo-geologici di Buffon, quello meno conosciuto e ritenuto meno significativo.

La "Storia e teoria della Terra", che fa seguito al Discorso "Sulla maniera di studiare e di trattare la storia naturale", insieme a cui forma il primo volume dell'opera del Buffon, è il primo dei due saggi cosmo-geologici di questo autore. Il secondo, quelle "Epoche della natura" giustamente considerate il suo capolavoro, risalgono a circa trent'anni piú tardi. Ma è a queste ultime che è rimasta affidata la fama di Buffon geologo. Consacrate fin dal loro apparire dal giudizio del Grimm (in altre occasioni assai poco prodigo verso il celebre naturalista suo contemporaneo) che volle riconoscervi l'opera piú significativa del diciottesimo secolo, contrapposte nel secolo seguente alla "Storia e teoria della Terra" per la loro maggiore esattezza scientifica, perfette nello stile e nell'esposizione sistematica, esaurienti per il definitivo pensiero dell'autore in materia, esse hanno contribuito in notevole misura a fare apparire la "Storia e teoria della Terra" nulla piú che un primo, parziale tentativo di affrontare i problemi relativi alla formazione del globo terrestre. In realtà chi vuole avvicinarsi a Buffon geologo non può ignorare questo primo saggio, col quale l'autore iniziava la *Storia naturale* assegnandole il carattere di un impegno totale di fronte alla natura. Le tesi sostenute nell'una e nell'altra opera non differiscono sostanzialmente: le differenze che vi si possono riscontrare sono soprattutto imputabili alla diversa importanza che l'autore, a distanza di alcune decine di anni, assegnava alle varie parti dell'argomento.

In tale prospettiva la "Storia e teoria della Terra" viene ad assumere un'originalissima fisionomia, e sul piano storico un'incidenza che non esiteremmo a definire piú significativa di quella delle "Epoche della natura". In questo Discorso vengono a confluire tutti gli elementi che avevano informato le ricerche e le dispute sulle questioni cosmo-geologiche fino ai primi decenni del Settecento. Sono due opposte tradizioni che si fanno incontro a Buffon, quando, dopo il 1739, egli si accinge a trattare l'argomento: quella che fa capo alla piú rigida ortodossia, e la tradizione meccanicistico-cartesiana.

Verso la fine del Seicento i risultati delle osservazioni, con-

dotte già da oltre un secolo e mezzo dai curiosi della natura sui terreni formanti la parte piú superficiale della Terra, recavano ormai una cosí lampante documentazione di una serie di vicende e di trasformazioni verificatesi sulla superficie terrestre, da indurre alcuni gruppi di teologi a intraprenderne una prima rielaborazione interpretativa che non venisse a conflitto con la genesi biblica e con i princípi del creazionismo fissista. Fu allora che sorsero quelle teorie diluviane che dovevano caratterizzare i primi sistemi geologici,[1] nei quali, alla costante preoccupazione di non lasciare privo di spiegazione nessuno dei dati offerti dall'osservazione della natura, si univa quella di riferire qualsiasi mutamento avvenuto alla superficie terrestre a un unico avvenimento del tutto eccezionale, dovuto solo a una volontà estranaturale.

Il problema di una progressiva formazione del mondo ricostruibile attraverso cause naturali, che le teorie diluviane cercavano di scongiurare, era stato già impostato dal Descartes. Introducendo nella spiegazione dei fenomeni un ordine di cause puramente meccaniche, cioè esclusivamente naturali, il Descartes era infatti arrivato a risalire all'origine stessa del globo terrestre, avanzando appunto l'ipotesi di un suo temporale processo di formazione. Arditissimo nell'impostazione, il mondo cartesiano moveva direttamente dall'istanza cosmogonica: da questa dipendeva una geologia che, se non aveva un fondamento sperimentale, reggendosi l'intero sistema solo su piú o meno felici intuizioni, trovava per la prima volta proprio in questa dipendenza il suo unico vero significato di scienza relativa alla formazione della Terra.

Fino agli ultimi anni del Seicento i francesi non dettero tuttavia alcun contributo alla geologia sperimentale. Solo nei primi anni del secolo seguente essi si adeguarono a quelle ricerche e a quei risultati già cosí ampiamente trattati altrove. Ciò si verificò soprattutto attraverso la diffusione e la conoscenza di quelle teorie diluviane che avevano trovato alla fine del Seicento il loro piú fecondo campo in Inghilterra; ma i naturalisti francesi seppero abilmente impadronirsene, sottraendo

[1] Del Woodward, del Burnet, del Whiston, del Ray ecc. Si vedano gli articoli 2, 3, 4, 5 delle "Prove della teoria della Terra" e le note relative.

i risultati della geologia sperimentale alle ingerenze bibliche e reinserendoli nella tradizione meccanicistica cartesiana. Se ricerche e pubblicazioni in accordo col diluvio mosaico dovevano svilupparsi e moltiplicarsi anche in Francia, tuttavia su questo nuovo piano d'interpretazione si ponevano immediatamente alcune teorie (del Maillet, del Gautier, del Bourguet) che, piú o meno esplicitamente, piú o meno polemicamente, cercavano di ricostruire frammenti del processo di formazione della Terra, e molto spesso di risalire, con chiara ispirazione cartesiana (come già del resto aveva tentato il Leibniz in quel geniale abbozzo cosmogeologico che fu la *Protogaea*), dalle ultime trasformazioni, subíte dal globo terrestre alla sua superficie, fino all'origine prima del mondo. In questi sistemi le ipotesi e la documentazione sperimentale si aiutavano a vicenda senza distinzione alcuna, pur venendo sempre rispettati i princípi di una spiegazione adeguata al meccanicismo naturale.

A questo punto s'inserisce il contributo del saggio del Buffon, che per primo sposta la spiegazione meccanicistica dei fenomeni naturali, in relazione a una storia della Terra, dal piano polemico dell'affermazione di principio a quello dell'obiettività storica e della ricerca propriamente scientifica. Ormai scontato il concetto cartesiano di una progressiva e ricostruibile formazione del globo terrestre, egli assume il rapporto di continuità esistente fra la geologia e la cosmologia, cioè fra i vari momenti di questa formazione, ma si preoccupa per la prima volta di distinguere ciò che può essere, e già è, sperimentato e documentato, da ciò che rimane problematico e deve farsi strada mediante una serie d'ipotesi in attesa di verifica. Di qui nasce la sua distinzione fra "teoria" e "sistema": alla prima appartiene quella parte di geologia, relativa alla sola superficie terrestre, che ormai due secoli di ripetute osservazioni hanno condotto a un'indiscussa certezza, al secondo il problema cosmogonico e quella parte di geologia che ne dipende piú direttamente e che non è stato ancora possibile accertare sperimentalmente. Si tratta di una precisa discriminazione metodica in seno al processo di ricerca scientifica, che permette a Buffon di lasciarsi alle spalle quella lunga fase preparatoria della scienza (in questo caso particolare della scienza relativa alla storia della Terra) nel corso

della quale l'affermazione di principio precede il fatto e spesso il fatto deve essere sacrificato al principio in sistemi piú o meno ipotetici, ma non per questo meno fecondi per la fondazione di una scienza. La sottile sensibilità teorica di Buffon lo avverte tuttavia che non è piú tempo di dare i presupposti logici della scienza cosmogeologica, bensí di presentare i dati che essa ha al suo attivo e di indicarne i futuri sviluppi. Da questo punto di vista egli rielabora per la prima volta in veste scientifica e non sistematica i risultati di circa due secoli di ricerche condotte su base sia sperimentale che ipotetica e fino ad allora indiscriminatamente amalgamate. L'impostazione metodica che egli dà a questo suo primo saggio, nella distinzione fra la parte teorica e quella sistematica, lo mette infatti in condizioni di contrapporre finalmente alle teorie diluviane, cosí definitivamente sconfitte, non tanto un'affermazione di principio, quanto una ricostruzione obiettiva, da lui definita storica, di una parte almeno delle vicende che hanno caratterizzato la formazione della Terra, e nello stesso tempo di sottomettere il contributo del sistematico alle esigenze, di una scienza conquistata a se stessa, che sa limitarne le ingerenze e farne un suo particolarissimo strumento. Attraverso la "Storia e teoria della Terra" la scienza cosmogeologica abbandona perciò ogni suo compromesso non soltanto con la teologia, ma anche con la filosofia.

MARCELLA RENZONI

## *CRONOLOGIA DI BUFFON*

1707 Il 7 settembre nasce nel castello di Montbard, in Borgogna, Georges-Louis Leclerc. Il nome di Buffon, col quale egli è comunemente conosciuto, lo assumerà solo piú tardi, entrando in possesso delle tenute di Montbard.

1717-1729 Iniziati gli studi presso il collegio dei Gesuiti di Digione, il giovane discepolo dimostra grande attitudine e passione per le matematiche. Piú tardi frequenterà tuttavia la facoltà di legge, terminata la quale passerà a quella di medicina di Angers, dove verrà iniziato allo studio della botanica.

1730 Fuggito da Angers in seguito ad uno scandalo, egli si rifugia a Nantes, dove incontra il giovane duca di Kingston. Insieme a lui intraprende un viaggio che, attraverso la Francia meridionale, lo porterà in Italia.

1732 Appena arrivato a Roma è costretto a tornare in patria dalla morte della madre. Ne erediterà di lí a poco i beni in seguito al secondo matrimonio del padre, col quale verrà in grave disaccordo. Lo sfruttamento delle vaste tenute di Montbard lo terrà da allora in poi costantemente occupato. Egli si interesserà attivamente di problemi d'agricoltura e tenterà i piú diversi esperimenti, sviluppando in seguito anche l'attività mineraria e industriale della zona.

1733 Contemporaneamente egli non abbandona il suo interesse per la meccanica e la matematica. È proprio nel corso di quest'anno che vengono pubblicate le sue prime due memorie, una delle quali riguardante il calcolo delle probabilità, la seconda problemi di meccanica.

1734 Entra a far parte dell'Accademia delle Scienze come membro aggiunto nella sezione di meccanica.

1735 Rimasto sempre attivo il suo interesse per la botanica sia in pratica che in teoria, traduce in francese la *Statica dei vegetali e l'analisi dell'aria* di Stephen Hales, premettendovi una prefazione nella quale tesse l'elogio dello sperimentalismo.

1738 Presenta all'Accademia la prima delle sue importanti memorie sulle esperienze da lui compiute sul legno. Altre memorie su questo argomento presenterà nel 1740 e '41.

1739 È l'anno decisivo della vita di Buffon: in seguito alla morte del Du Fay, egli ottiene l'incarico di Intendente del Giardino delle Piante e del Gabinetto del Re, incarico dal quale dipenderà tutta la sua futura attività di naturalista.

1740 Traduce il *Metodo delle flussioni e delle serie infinite* di Newton. Nella prefazione presenta i termini della disputa Leibniz-Newton sul calcolo infinitesimale, e prende posizione favorevole a Newton.

1745 Presenta all'Accademia delle Scienze le *Riflessioni sulla legge dell'attrazione*, che avranno un seguito nel corso dell'anno nella discussione col Clairaut.

1747 Presenta all'Accademia la prima memoria sugli specchi ustori. Sullo stesso argomento pubblicherà una seconda memoria l'anno seguente.

1749 In novembre escono i primi tre volumi della *Storia naturale*, alla quale collaborerà dal terzo volume, per la descrizione degli animali, il Daubenton, chiamato da Buffon al Gabinetto del Re quale Dimostratore. Ormai le date della vita di Buffon saranno contrassegnate quasi esclusivamente dalla pubblicazione dei vari volumi della sua imponente opera.

1753 Dopo essere passato nel 1739 da membro aggiunto alla sezione di meccanica a quella di botanica e avere ottenuto la promozione a socio, in ambedue i casi al posto di Bernard de Jussieu, Buffon viene accolto all'Accademia delle Scienze, dove pro-

nuncia quale discorso inaugurale il famoso *Discorso sullo stile*. Nello stesso anno esce il quarto volume della *Storia naturale*, della quale verranno pubblicati complessivamente sedici volumi.

1770 Viene pubblicato il primo volume della *Storia naturale degli uccelli*.

1771 In riconoscimento alla sua opera è insignito del titolo di conte di Buffon.

1774 Comincia la pubblicazione dei *Supplementi alla Storia naturale*.

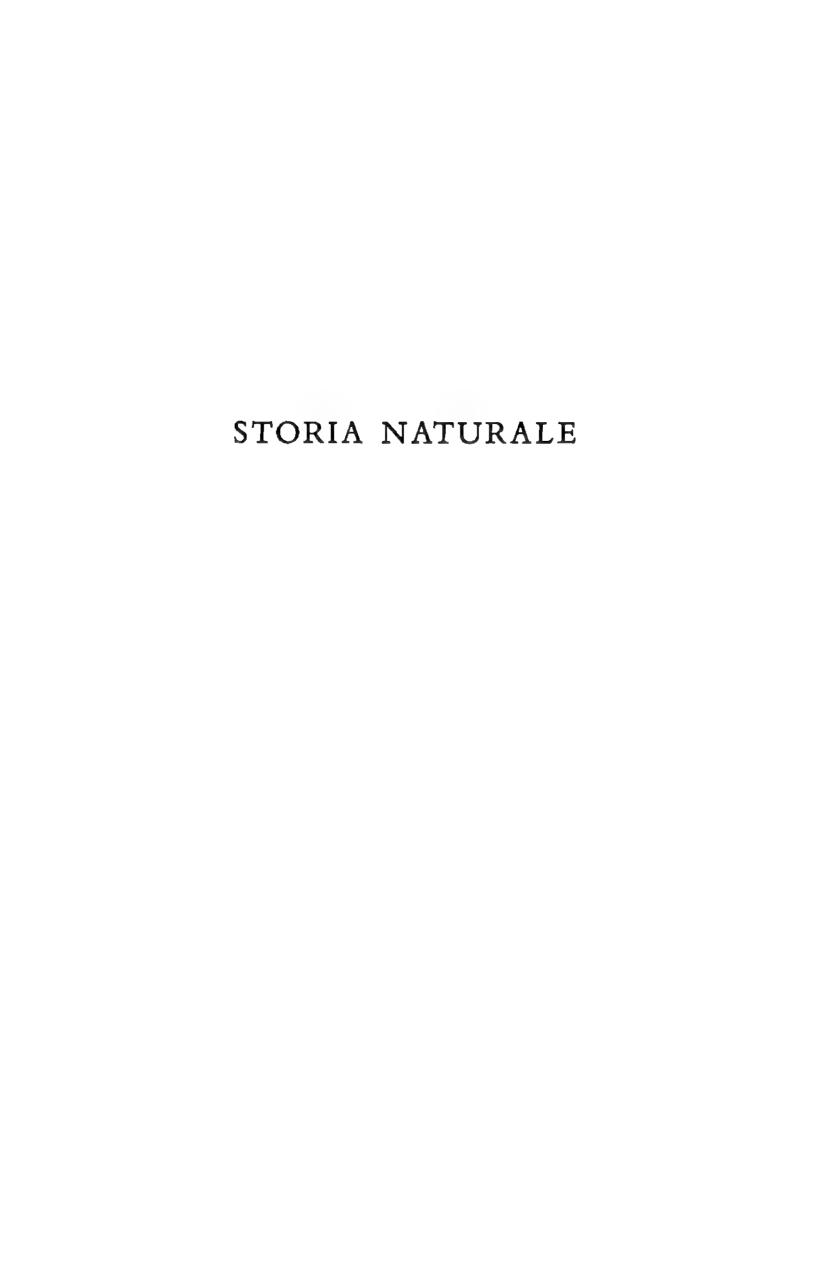
1778 Nel quinto volume dei Supplementi escono le "Epoche della natura".

1783 Comincia la pubblicazione della *Storia naturale dei minerali*.

1788 Il 16 aprile Buffon muore a Parigi.

# *Avvertenza*

Nel margine del presente volume è riportata la numerazione delle pagine dell'edizione originale della *Histoire naturelle*, volume I (1749). A questa numerazione fanno riferimento tutti i rimandi di pagina, nel testo e nelle note.

Gli asterischi nel testo rinviano alle note in fondo al volume, che sono contraddistinte come indicato a pagina 455.

STORIA NATURALE

## *Al Re*

Sire,

*La Storia e i monumenti immortaleranno le qualità eroiche e le virtú pacifiche che l'Universo intero ammira nella persona di Vostra Maestà: Quest'opera, intrapresa per vostro ordine, sulla storia della Natura, consacrerà presso i posteri la vostra inclinazione per le Scienze e la splendida protezione di cui voi le onorate. Sensibile a qualsiasi forma di gloria, grande in tutto, eccellente nella vostra stessa persona, Sire, voi sarete per sempre l'esempio degli Eroi e il modello dei Re.*

*Noi siamo con il piú profondo rispetto,*

*Sire, di Vostra Maestà,*

gli umilissimi, obbedientissimi e fedelissimi sudditi e servitori,

BUFFON, Intendente del vostro Giardino delle Piante

DAUBENTON, Guardia e Dimostratore del vostro Gabinetto di Storia naturale

# PRIMO DISCORSO

## SULLA MANIERA DI STUDIARE E DI TRATTARE LA STORIA NATURALE*

*Res ardua vetustis novitatem dare, novis auctoritatem, obsoletis nitorem, obscuris lucem, fastiditis gratiam, dubiis fidem, omnibus vero naturam, et naturae suae omnia.*

PLIN. *Praef. ad Vespas.*

La storia naturale, presa in tutta la sua estensione, è una storia immensa, perché abbraccia tutti gli oggetti che ci presenta l'universo.* Quella moltitudine straordinaria di cui fan parte quadrupedi, uccelli, pesci, insetti, piante, minerali, eccetera, offre alla curiosità dello spirito umano un vasto spettacolo, il cui insieme è cosí grande da parere e da essere effettivamente inesauribile in tutti i suoi particolari. Un solo ramo della storia naturale, per esempio la storia degli insetti e delle piante, basta a tenere occupate molte persone, ed i piú valenti osservatori non sono riusciti a dare, dopo un lavoro di svariati anni, che degli schemi molto imperfetti dei troppo numerosi oggetti appartenenti a quei soli rami particolari della storia naturale cui si erano dedicati. Eppure hanno fatto tutto ciò che è stato loro possibile fare, e ben lungi dal prendersela con gli osservatori * per la poca strada percorsa dalle scienze, diremo anzi, che non sono mai troppe le lodi all'assiduità con cui essi si sono applicati nel lavoro e alla pazienza che hanno dimostrata. Né si possono loro rifiutare altre qualità piú elevate: ché ci vuole una specie di forza geniale e di coraggio spirituale a trovarsi

4

faccia a faccia con la natura còlta nella folla delle sue innumerevoli produzioni, senza rimanerne sorpresi, credendo anzi di essere capaci di riconoscerle e paragonarle, cosí come quello di amarle è un particolare gusto ben piú profondo di quello che si prefigge quale ultimo scopo, l'oggetto particolare. E si può dire che l'amore per lo studio della natura presupponga nello spirito due qualità in apparenza opposte: i vasti orizzonti di un genio ardente che abbraccia con un sol colpo d'occhio tutto, e le minute osservazioni di chi non si interessa che ad un solo aspetto della natura.*

Il primo ostacolo che si presenta nello studio della storia naturale, proviene dal grande numero di oggetti che la riguardano, ma la loro varietà e la difficoltà di riunire le diverse produzioni delle diverse regioni, costituiscono un altro ostacolo al progresso delle nostre conoscenze, ostacolo che sembra invincibile e che, in effetti, il solo lavoro non può superare: solo col passar del tempo, con molta applicazione, con molte spese e spesso attraverso casi fortunati, si riescono a procurare individui ben conservati delle diverse specie di animali, di piante o di minerali, cosí da formare una collezione bene ordinata di tutte le produzioni della natura.*

Ma quando si è riusciti ad ottenere campioni di tutto ciò che popola l'universo, quando, dopo molte pene, si è riusciti a mettere in uno stesso luogo esemplari di tutto ciò che si trova sparso a profusione sulla terra e per la prima volta si dà uno sguardo a questo magazzino pieno di cose diverse, nuove ed esotiche, la prima impressione che se ne ricava, è di meraviglia mista ad ammirazione, e la prima riflessione che segue è un ritorno umiliante su noi stessi. Si pensa che mai si potrà arrivare a riconoscere tutti questi differenti oggetti, che non solo non si potrà arrivare a riconoscerli per la forma, ma neppure a sapere tutto ciò che si riferisce all'origine, all'organizzazione, agli usi, in una parola a tutta la storia di ogni oggetto in particolare: tuttavia familiarizzandosi con essi, vedendoli spesso senza nessuna regola, tutti questi oggetti a poco a poco determi-

nano impressioni durevoli, che ben presto si articolano nel nostro spirito secondo rapporti fissi ed invariabili, dai quali possiamo poi, finalmente, sollevarci a visioni piú generali, che abbracciano contemporaneamente piú oggetti differenti. Solo allora saremo in grado di cominciare a studiare con ordine, a riflettere con profitto e a tracciare delle strade per arrivare a scoperte utili.*

6

All'inizio si deve osservare molto e tornare ad osservare spesso; per quanto l'attenzione sia necessaria in qualsiasi cosa, qui in un primo momento se ne può fare a meno: intendo parlare di quell'attenzione scrupolosa che, sempre utile quando si sa molto, è spesso nociva a coloro che muovono i primi passi nel campo del sapere. La cosa essenziale è di riuscire a corredare la loro mente di idee e di fatti, ma di impedire loro, se è possibile, di trarne troppo presto dei ragionamenti e dei rapporti; accade infatti sempre che per l'ignoranza di certi fatti e per le troppo poche idee, essi esauriscano il loro spirito in false combinazioni e sovraccarichino la loro memoria di conseguenze vaghe e di risultati contrari alla verità, che formano, in seguito, pregiudizi difficili a cancellare.

Per questo ho detto che bisogna cominciare con l'osservare molto; ma bisogna osservare anche senza nessuna regola, perché se si è già deciso di considerare le cose in una determinata prospettiva, secondo un certo ordine, secondo un certo sistema, anche se si è imboccata la strada migliore non si arriverà mai a quell'estensione di conoscenze cui si potrebbe pretendere se, all'inizio, fosse stato permesso allo spirito di procedere con le sue forze, di riconoscersi da sé, di costruirsi un fondamento senza che gli venisse fornito nessun aiuto, e di formare da solo la prima catena che rappresenta l'ordine delle sue idee.

Tutto ciò è vero senza eccezione per quanti hanno lo spirito maturo e il ragionamento formato; i giovani, invece, devono essere preferibilmente guidati e consigliati in proposito, devono anche essere incoraggiati, sfruttando ciò che vi è di piú interessante nella scienza,* facendo loro notare le cose piú originali,

7

senza dare spiegazioni precise; il misterioso, a quell'età, eccita la curiosità, mentre nell'età matura suscita solo disgusto; i bambini si stancano facilmente di ciò che hanno visto, rivedono con indifferenza, a meno che le stesse cose non vengano loro presentate sotto punti di vista diversi: invece di ripetere loro quello che si è già detto, vale piú aggiungervi dei particolari anche estranei o inutili: si perde meno tempo ad ingannarli che a disgustarli.

Quando poi, dopo aver visto e rivisto le stesse cose, essi cominceranno a rappresentarsele nel loro insieme, quando da se stessi tenteranno di stabilire divisioni, quando cominceranno a cogliere distinzioni generali, il gusto della scienza potrà nascere e bisognerà aiutarlo. Questo gusto cosí necessario in tutto, eppure cosí raro, non si comunica mediante precetti, invano l'educazione cercherà di supplire alla sua mancanza, invano i padri lo imporranno ai propri figli: non li condurranno mai oltre quel traguardo comune a tutti gli uomini, oltre quel grado di intelligenza e di memoria, che permette di vivere in società e di sbrigare le cose di tutti i giorni; solo alla natura si deve quella prima scintilla di genio, quella vena di gusto di cui noi parliamo, che si sviluppa poi, piú o meno, secondo le diverse circostanze e i diversi oggetti.

8 Si devono perciò presentare alla mente dei giovani cose di ogni specie, studi di ogni tipo, oggetti di qualsiasi sorta, per riconoscere il genere dal quale il loro spirito si sente attratto con piú forza e al quale si dedica con maggiore piacere: la storia naturale dev'essere loro presentata quando è il suo turno, quando cioè la ragione comincia a svilupparsi, nell'età in cui essi potrebbero cominciare a credere che sanno già molto; non vi è niente di piú adatto ad abbassare il loro amor proprio, ed a far loro sentire quante cose ignorano; ma anche indipendentemente da questo primo effetto, che non può non risultare utile, uno studio anche superficiale della storia naturale eleverà le loro idee, e farà loro conoscere un'infinità di cose che la massa degli uomini ignora, e che si incontrano spesso nella vita.

Ma torniamo a chi voglia seriamente applicarsi allo studio della natura e riprendiamolo al punto in cui l'avevamo lasciato, al momento, cioè, in cui comincia a generalizzare le sue idee e a formarsi un metodo per ordinarle e dei sistemi per spiegarle: è giunto il momento in cui deve cominciare a consultare le persone istruite, a leggere i buoni autori, ad esaminare i loro diversi metodi, a ricevere lumi da qualsiasi parte. Ma poiché capita, di solito, di affezionarsi e di apprezzare particolarmente alcuni autori e un certo metodo, e poiché spesso, senza un esame sufficientemente approfondito, ci si affida a un sistema dalle fondamenta insicure, è bene dare qui qualche spiegazione preliminare sui metodi escogitati per facilitare la comprensione della storia naturale:* questi metodi sono utilissimi quando vengano usati con le dovute restrizioni, abbreviano il lavoro, aiutano la memoria, ed offrono allo spirito una concatenazione di idee, in verità formata da oggetti diversi fra di loro, ma che purtuttavia mantengono rapporti comuni, i quali, a loro volta, formano impressioni piú forti di quelle che potrebbero provocare oggetti staccati, privi di qualsiasi reciproca relazione. Questa è la principale utilità che offrono i metodi, ma essi sono accompagnati dall'inconveniente di voler allungare o accorciare troppo la catena delle nostre idee, di voler sottomettere a leggi arbitrarie le leggi della natura, di volerla dividere là dove essa è indivisibile e di voler misurare le sue forze sulla nostra debole immaginazione. Un altro inconveniente non meno grave, ma opposto al primo, è quello di assoggettarsi a metodi troppo particolari, di voler giudicare il tutto con una sola parte, di ridurre la natura a piccoli sistemi che le sono estranei e di formare arbitrariamente delle sue opere immense altrettanti raggruppamenti distaccati, ed infine di rendere, moltiplicando i nomi e le rappresentazioni, la lingua della scienza piú difficile della scienza stessa.**

Noi siamo per natura portati a immaginare in tutto una specie di ordine e di uniformità, e quando esaminiamo solo superficialmente le opere della natura, sembra a questo primo sguardo

che essa abbia sempre lavorato su di uno stesso piano: poiché
*10* a noi è stata concessa un'unica strada per arrivare a uno scopo, ci convinciamo che la natura agisca ed operi con gli stessi mezzi e con operazioni simili. Questo modo di pensare ha fatto immaginare un'infinità di falsi rapporti fra le produzioni naturali: le piante sono state paragonate agli animali; si è creduto di veder vegetare i minerali; la loro organizzazione cosí diversa e il loro meccanismo cosí poco somigliante sono stati spesso ridotti alla stessa forma. Lo stampo comune di tutte queste cose cosí dissimili fra di loro si trova, piú che nella natura, nello spirito ristretto di quanti la conoscono male e sanno giudicare assai poco della forza di una verità, come dei giusti limiti da imporre a un paragone per analogia.* Infatti, dovremmo forse asserire che anche la linfa circola, dal momento che circola il sangue? Poiché conosciamo la vegetazione delle piante, dovremmo dedurre che esiste una simile vegetazione anche nei minerali, passare dal moto del sangue a quello della linfa, da quello della linfa a quello del succo pietrificante? ** Non equivale tutto ciò a portare nella realtà delle opere del Creatore le astrazioni del nostro spirito limitato, e a concedergli, per cosí dire, solo quel numero di idee che noi abbiamo? Tuttavia si sono dette e si dicono tutti i giorni cose cosí poco fondate, e si costruiscono sistemi su fatti incerti, che sono mai stati esaminati e che servono solo a dimostrare l'inclinazione degli uomini a voler scoprire una rassomiglianza negli oggetti piú diversi, una regolarità dove non regna che la varietà e un ordine nelle cose che essi scorgono solo confusamente.***

*11* Se infatti, senza fermarci a conoscenze superficiali, i cui risultati possono darci solo idee incomplete delle produzioni e delle operazioni della natura, noi vogliamo penetrare piú a fondo ed esaminare con occhi piú attenti la forma e la struttura delle sue opere, si è altrettanto sorpresi per la varietà del disegno che per la molteplicità dei mezzi di esecuzione. Ecco allora che il numero delle produzioni della natura, benché straordinario, costituisce solo la minima parte della nostra meraviglia: il suo

meccanismo, la sua arte, le sue risorse, perfino i suoi disordini attirano tutta la nostra ammirazione: troppo piccolo per questa immensità, sopraffatto dal numero delle meraviglie, lo spirito umano soccombe. Tutto quello che può essere, sembra che esista realmente; la mano del Creatore non sembra essersi aperta per dare l'essere a un certo numero determinato di specie, ma per dar forma in un colpo solo a un mondo di esseri relativi e non relativi, a una infinità di combinazioni armoniche e contrarie, e a un eterno ripetersi di distruzioni e di rinnovamenti. Che impressione di potenza ci dà questo spettacolo! Che sentimento di rispetto per il suo Autore ci inspira questa visione dell'universo! Quanto aumenterebbe se la debole luce che ci guida, diventasse abbastanza vivida da farci scorgere l'ordine generale delle cause e la dipendenza degli effetti? Ma lo spirito piú vasto, il genio piú potente non riuscirà mai a sollevarsi a questo alto grado di conoscenza: le prime cause ci saranno per sempre nascoste, gli effetti generali di queste cause ci rimarranno difficili a conoscersi quanto le cause stesse; *12* a noi è concesso solo di scorgere alcuni effetti particolari, di paragonarli, di combinarli, e infine di andare a rintracciarvi un ordine piú relativo alla nostra natura che conveniente all'esistenza delle cose da noi prese in esame.*

Ma poiché è questa la sola strada che ci sia stata aperta, poiché noi non abbiamo altri mezzi per giungere alla conoscenza delle cose naturali, bisogna andare fin dove questa strada può condurci, bisogna riunire tutti gli oggetti, paragonarli, studiarli e trarre dai loro rapporti combinati tutti i lumi che possono aiutarci a scorgerli chiaramente e a conoscerli meglio.

La prima verità che risulta da questo serio esame della natura, è una verità forse umiliante per l'uomo: il fatto, cioè, di doversi egli stesso allineare nella classe degli animali ai quali rassomiglia in tutto ciò che ha di materiale; anzi, il loro istinto potrà sembrargli perfino piú sicuro della sua ragione e la loro industriosità piú ammirevole delle sue arti.** Osservando poi successivamente e ordinatamente i diversi oggetti che compongono l'uni-

verso e ponendosi alla testa di tutti gli esseri creati, si accorgerà, stupito, che si può discendere per gradi quasi insensibili dalla creatura piú perfetta alla materia piú informe, dall'animale meglio organizzato al minerale piú bruto; egli riconoscerà che queste impercettibili sfumature sono la grande opera della na-
*13* tura e le scoprirà non soltanto nelle grandezze e nelle forme, ma nei movimenti, nelle generazioni, nelle successioni di ogni specie.*

Approfondendo quest'idea, si vede chiaramente che è impossibile dare un sistema generale, un metodo perfetto, non soltanto per l'intera storia naturale, ma anche per uno solo dei suoi rami: infatti, per fare un sistema, per dare un ordinamento, cioè un metodo generale, bisogna che vi sia compreso tutto, bisogna dividere questo tutto in differenti classi, queste classi in generi, suddividere questi generi in specie, seguendo sempre un ordine nel quale entra necessariamente l'arbitrio. La natura invece procede per gradi sconosciuti e, di conseguenza, non può prestarsi completamente a queste divisioni, poiché passa da una specie all'altra, spesso da un genere all'altro, attraverso sfumature impercettibili, cosí che si trova un gran numero di specie intermedie e di oggetti divisi a metà e che non si sa dove sistemare, per cui ne rimane necessariamente sconvolto il progetto del sistema generale: questa verità è troppo importante perché io non la sostenga con tutto ciò che può renderla chiara ed evidente.

Prendiamo per esempio la botanica, questa bella parte della storia naturale, che per la sua utilità ha meritato di essere coltivata piú di ogni altra, in tutti i tempi, e riprendiamo in esame i princípi di tutti i metodi che i botanici ci hanno dato: ci accorgeremo con una certa sorpresa, che si sono tutti proposti
*14* di far rientrare nei loro metodi, in generale, tutte le specie di piante, e che nessuno di essi vi è perfettamente riuscito; si trova sempre, in ciascuno di questi metodi, un certo numero di piante anomale la cui specie è intermedia fra due generi, e sulla quale non si è riusciti a pronunciarsi esattamente, perché non vi è

nessuna ragione che faccia propendere a riportarla all'uno piuttosto che all'altro di questi due generi. In effetti, proporsi di costruire un metodo perfetto equivale a proporsi un lavoro di realizzazione impossibile: occorrerebbe un'opera che rappresentasse esattamente tutte quelle della natura, ed invece càpita tutti i giorni, con tutti i metodi conosciuti e con tutti gli aiuti che può fornire la botanica piú illuminata, che si trovino delle specie che non possono riferirsi a nessuno dei generi compresi in questi metodi. L'esperienza si accorda con la ragione su questo punto e ci si deve convincere che è impossibile costruire un metodo generale e perfetto in botanica. Eppure sembra che la ricerca di questo metodo generale sia per i botanici una specie di pietra filosofale, da loro ricercata con infinite pene e fatiche: uno ha passato quarant'anni, un altro cinquanta a costruire il suo sistema, ed è successo in botanica quello che è successo in chimica: cercando la pietra filosofale, che non si è riusciti a trovare, si sono trovate un'infinità di cose utili. Ed egualmente, volendo fondare un metodo generale e perfetto in botanica, si è studiato di piú e si sono conosciute meglio le piante e i loro usi: sarebbe forse vero che occorre sempre uno scopo immaginario agli uomini, per sostenerli nei loro lavori, *15* mentre se essi fossero convinti di fare solo quello che in effetti possono fare, non farebbero assolutamente niente?*

Questa pretesa dei botanici di stabilire sistemi generali, perfetti e metodici, ha dunque ben poco fondamento; i loro lavori non sono riusciti a darci che metodi difettosi successivamente distrutti gli uni dagli altri, e hanno subito la sorte comune a tutti i sistemi fondati su princípi arbitrari. E ciò che ha piú contribuito a fare in modo che questi metodi si abbattessero reciprocamente, è stata la libertà che si sono presa i botanici di scegliere arbitrariamente un solo aspetto delle piante, per farne il carattere specifico: alcuni hanno fondato il loro metodo sulla forma delle foglie, altri sulla loro posizione, altri sulla forma dei fiori, altri sul numero dei loro petali, altri ancora, infine, sul numero dei loro stami; e non finirei mai se volessi riferire parti-

colareggiatamente tutti i metodi che sono stati immaginati; ma qui voglio limitarmi solo a parlare di quelli che sono stati accolti con favore e sono stati seguiti, ciascuno al suo turno, senza che si sia prestata attenzione all'errore di principio a loro comune, che consisteva nel voler giudicare un tutto, e la combinazione di vari tutto, con una sola parte e con la comparazione delle differenze di questa sola parte: infatti, pretendere di conoscere la differenza delle piante solo da quella delle loro foglie o dei loro fiori, è come pretendere di conoscere la differenza
*16* degli animali da quella della loro pelle o dei loro organi genitali. Ma chi non si accorge che questa forma di conoscenza non è una scienza, ma tutt'al piú una convenzione, una lingua arbitraria, un mezzo di intendersi, da cui non può risultare nessuna conoscenza reale?*

Mi sarà permesso di dire ciò che penso sull'origine di questi diversi metodi e sulle cause che li hanno moltiplicati al punto che, oggi, la botanica è essa stessa piú facile ad impararsi della nomenclatura che ne è solo la lingua? Mi sarà permesso dire che un uomo avrebbe fatto piú presto ad imprimere nella sua memoria le forme di tutte le piante e ad averne delle idee chiare, ed è questa la vera botanica, che non ad imparare tutti i nomi dati dai differenti metodi a queste piante, per cui la lingua è diventata piú difficile della scienza? Ma ecco come, secondo me, tutto ciò è avvenuto: si sono prima divisi i vegetali secondo le loro diverse grandezze, dicendo che vi sono alberi grandi, alberi piccoli, arboscelli, suffrutici, piante grandi, piante piccole ed erbe.** Ecco il fondamento di un metodo che viene poi ancora diviso e suddiviso da altre relazioni di grandezze e di forme, per dare a ciascuna specie un carattere particolare. Costruito questo metodo secondo un simile piano, sono venute persone che hanno esaminato questa distribuzione e hanno detto che questo metodo, fondato sulla grandezza relativa dei vegetali, non poteva reggersi, se in una sola specie, quella per esempio delle querce, vi sono grandezze cosí differenti, da esservi delle
*17* specie di querce che si alzano a cento piedi di altezza ed altre

specie che non arrivano mai a piú di due piedi; la stessa cosa, tenuto conto della proporzione, si può dire dei castagni, dei pini, degli aloe e di un'infinità di altre specie di piante. Non si deve perciò determinare — è stato detto — il genere delle piante dalla loro grandezza, essendo tale caratteristica equivoca ed incerta, e a ragione questo metodo è stato abbandonato. Sono poi venuti altri che, credendo di fare meglio, hanno detto che per conoscere le piante se ne dovevano prendere in considerazione le parti piú appariscenti, e poiché nelle piante sono le foglie ad esserlo, bisognava sistemare le piante secondo la forma, la grandezza e la posizione delle foglie. Su questo progetto è stato costruito un altro metodo che per un certo periodo di tempo ha avuto i suoi seguaci, ma poi si è riconosciuto che le foglie di quasi tutte le piante variano in modo straordinario secondo le diverse età e i differenti terreni, che la loro forma non è piú costante della loro grandezza, che la loro posizione è ancora piú incerta: si è dunque rimasti altrettanto scontenti di questo metodo quanto dell'altro. Infine qualcuno, e mi sembra che sia stato Gesner,* ha immaginato che il Creatore avesse messo nella fruttificazione delle piante un certo numero di caratteri differenti ed invariabili, e che proprio di qui si doveva partire per costruire un metodo; e poiché quest'idea è stata riscontrata fino a un certo punto vera, essendo stato trovato che gli organi della generazione delle piante avevano qualche differenza piú costante che non tutti gli altri organi presi separatamente, si sono visti nascere all'improvviso *18* diversi metodi di botanica, tutti fondati pressappoco su questo stesso principio: fra tutti, quello del Tournefort è il piú notevole, il piú geniale e il piú completo.* Questo illustre botanico si è accorto dei difetti di un metodo che fosse puramente arbitrario; da uomo di spirito qual era, ha evitato le assurdità che si trovano nella maggior parte degli altri metodi dei suoi contemporanei, ha fatto le sue distribuzioni e scelto le eccezioni con una sapienza ed una finezza infinite; ha, in una parola, portato la botanica al punto di poter fare a meno di tutti gli

altri metodi, l'ha resa suscettibile di un certo grado di perfezione.* Ma ecco levarsi un altro metodista che, dopo aver lodato il sistema del Tournefort, ha cercato di distruggerlo per far posto al suo, e, dopo aver adottato come lui i caratteri tratti dalla fruttificazione, ha usato gli organi della generazione delle piante, soprattutto degli stami, per fare la distribuzione dei suoi generi. Disprezzando la saggia attenzione del Tournefort a non forzare la natura, al punto da confondere, in funzione del suo sistema, gli oggetti piú diversi, per esempio gli alberi con le erbe, ha messo insieme, nelle stesse classi, il gelso e l'ortica, il tulipano e l'acetosella, l'olmo e la carota, la rosa e la fragola, la quercia e la pimpinella.** Non è prendersi gioco della natura e di quelli che la studiano? E se tutto ciò non fosse stato presentato con la parvenza di un certo ordine misterioso, e avvolto di greco e di erudizione botanica, si sarebbe tardato

*19* tanto a scorgere il ridicolo di un simile metodo, o piuttosto a mostrare la confusione che vien fuori da un insieme tanto bizzarro? * Ma non è tutto, e vi insisto perché è giusto conservare al Tournefort la gloria da lui meritata per un lavoro sensato e conseguente, e perché quanti hanno imparato la botanica secondo il metodo del Tournefort non devono perdere il loro tempo a studiare questo nuovo metodo dove tutto è cambiato, perfino i nomi e i soprannomi delle piante.** Dico dunque che questo nuovo metodo, che riunisce in una stessa classe generi di piante del tutto dissimili, ha, indipendentemente da questa unione di cose disparate, altri difetti essenziali e inconvenienti piú gravi di tutti gli altri metodi che l'hanno preceduto. Poiché i caratteri dei generi sono còlti in organi piccolissimi, bisogna avere il microscopio a portata di mano per riconoscere un albero o una pianta; la grandezza, la forma, l'aspetto esteriore, le foglie, tutte le parti piú evidenti non servono piú a niente: non vi sono che gli stami; e se non si possono vedere gli stami, non si è visto niente e non si sa niente. Questo grande albero, che voi vedete, non è forse che una pimpinella, ma per sapere che cosa sia bisogna contare gli stami, e poiché questi stami

sono spesso cosí piccoli che sfuggono all'occhio nudo ed anche alla lente d'ingrandimento, occorre un microscopio; disgraziatamente per questo sistema, vi sono piante che non hanno affatto stami, ve ne sono altre in cui il numero degli stami varia, ed ecco allora che il metodo è insufficiente come gli altri, 20 malgrado la lente d'ingrandimento e il microscopio.[1]*

Dopo questa sincera esposizione dei fondamenti sui quali sono stati costruiti i diversi sistemi della botanica, è facile accorgersi che il loro grande difetto consiste in un errore di metafisica che risiede nel principio stesso di questi metodi. Questo errore consiste nel disconoscere il corso della natura che avviene sempre per sfumature, e nel voler giudicare il tutto mediante una parte, errore evidentissimo e che meraviglia perché lo si ritrova dappertutto: infatti tutti i nomenclatori hanno usato una sola parte, per esempio i denti, le unghie o artigli, per classificare gli animali, le foglie o i fiori per distribuire le piante, invece di servirsi di tutte le parti e di cercare le differenze o le somiglianze nell'individuo tutto intero. Rifiutare di servirsi di tutte le parti degli oggetti che prendiamo in esame, significa rinunciare volontariamente ai tanti vantaggi che la natura ci offre per farsi conoscere; e quand'anche si fosse sicuri di trovare in alcune parti, prese separatamente, dei caratteri costanti e invariabili, non per questo si dovrebbe ridurre la conoscenza delle 21 produzioni naturali a quella di queste parti costanti che dànno solo idee particolari e molto imperfette del tutto. A me sembra che il solo mezzo per costruire un metodo istruttivo e naturale, sia quello di mettere insieme le cose che si rassomigliano e di separare quelle che differiscono fra di loro. Se gli individui hanno una perfetta rassomiglianza o differenze cosí piccole che

[1] "Hoc vero systema, Linnaei scilicet, jam cognitis plantarum methodis longe vilius et inferius non solum, sed et insuper nimis coactum, lubricum et fallax, imo lusorium deprehenderim; et quidem in tantum, ut non solum quoad dispositionem ac denominationem plantarum enormes confusiones post se trahat, sed et vix non plenaria doctrinae Botanicae solidioris obscuratio et perturbatio inde fuerit metuenda." *Vaniloq. botan. specimen refutatum a Siegesbeck* (Pietroburgo 1741).*

a stento si scorgono, essi saranno della stessa specie; se le differenze cominciano ad essere sensibili, ma in modo che vi sia sempre piú somiglianza che differenza, gli individui apparterranno a specie diverse, ma allo stesso genere dei primi; se queste differenze saranno ancora piú marcate, pur senza superare le somiglianze, gli individui non soltanto apparterranno ad un'altra specie, ma anche ad un altro genere diverso da quello dei primi e dei secondi, ma saranno tuttavia della stessa classe, perché ancora le somiglianze superano le differenze; ma se il numero delle differenze supera quello delle somiglianze, allora gli individui non appartengono nemmeno alla stessa classe. Ecco l'ordine metodico che si deve seguire nella sistemazione delle produzioni naturali, purché le somiglianze e le differenze siano prese non soltanto da una parte, ma dal tutto nel suo complesso, e questo metodo di ricerca si fondi sulla forma, sulla grandezza, sull'aspetto esteriore, sulle diverse parti, sul loro numero, sulla 22 loro posizione, sulla sostanza stessa della cosa, e si usi di tutti questi elementi in misura maggiore o minore secondo quanto sarà necessario.* Cosí se un individuo, di qualsiasi natura esso sia, ha una forma abbastanza originale da poter essere riconosciuta al primo colpo d'occhio, non gli si darà che un nome; ma se questo individuo ha in comune con un altro la forma e ne differisce costantemente per la grandezza, il colore, la sostanza o per qualche altra qualità molto evidente, allora gli si darà lo stesso nome, aggiungendovi però un aggettivo per indicarne questa differenza, e cosí si dovrebbe continuare, mettendo tanti aggettivi per quante sono le differenze. Si sarebbe allora certi di esprimere tutti i diversi attributi di ciascuna specie, e non si dovrebbe temere di cadere negli inconvenienti dei metodi troppo particolari di cui abbiamo parlato e sui quali mi sono molto dilungato, dato che è un difetto comune a tutti i metodi di botanica e di storia naturale, e dato che i sistemi fatti per gli animali sono ancora piú difettosi dei metodi della botanica. Infatti come già abbiamo accennato, ci si è voluti pronunciare sulla somiglianza e sulla differenza degli animali, adoperando

solo il numero delle dita o artigli, dei denti e delle mammelle, tentativo che somiglia molto a quello degli stami ed è infatti dello stesso autore.

Da tutto quello che abbiamo detto risulta che vi sono, nello studio della storia naturale, due scogli egualmente pericolosi: il primo è quello di non avere nessun metodo, il secondo di voler riportare tutto a un sistema particolare. In mezzo alle tante persone che ora si applicano a questa scienza, si potrebbero trovare esempi sorprendenti di queste due opposte maniere di studiare la storia naturale, cosí opposte eppure ambedue viziose: la maggior parte di quelli che, senza nessuno studio precedente della storia naturale, vogliono avere gabinetti di questo genere, sono persone di condizione agiata, poco occupate, che cercano di divertirsi e considerano un merito l'essere considerati nel rango dei curiosi; essi cominciano col comprare alla rinfusa tutto quello che li colpisce, hanno l'aria di desiderare con passione le cose che vengono loro presentate come rare ed eccezionali, le stimano per il prezzo al quale le hanno comperate, ordinano il tutto con compiacimento o lo ammucchiano confusamente e finiscono, ben presto, per rimanerne disgustati. Altri invece, e sono i piú dotti, dopo essersi riempita la testa di nomi, di frasi, di metodi particolari, si decidono ad adottarne uno o si dànno da fare per escogitarne uno nuovo e, lavorando cosí per tutta la vita su di una stessa linea, in una falsa direzione, e volendo riportare tutto a un punto di vista particolare, restringono la loro mente, non vedono piú gli oggetti come effettivamente sono e finiscono per appesantire la scienza e caricarla del peso estraneo di tutte le loro idee.

23

Non si devono dunque considerare i metodi che gli autori ci hanno dato sulla storia naturale in generale, o su qualcuna delle sue parti, come i fondamenti della scienza, ma dobbiamo servircene solo come di segni convenuti per capirci; di fatto non sono che rapporti arbitrari e punti di vista diversi sotto i quali sono stati considerati gli oggetti della natura: solo se si usano tali metodi con questo spirito, se ne può ricavare qualche

24

utilità. Infatti, benché possa non sembrare necessario, non sarebbe male conoscere tutte le specie di piante le cui foglie si rassomigliano, tutte quelle che hanno i fiori simili, tutte quelle che nutrono certe specie di insetti, tutte quelle che possiedono un certo numero di stami, tutte quelle che sono fornite di certe ghiandole secretorie e, negli animali, tutti quelli che hanno un certo numero di mammelle e tutti quelli che hanno un certo numero di dita. Ciascuno di questi metodi non è, a dir la verità, che un dizionario in cui si trovano i nomi elencati secondo un ordine relativo a una data idea, di un'arbitrarietà, quindi, pari a quella dell'ordine alfabetico; ma il vantaggio che se ne potrebbe trarre sarebbe quello di trovare alla fine, paragonando tutti questi risultati, il vero metodo, che consiste nella descrizione completa e nella storia esatta di ciascuna cosa in particolare.*

È questo il principale fine che ci si deve proporre: ci si può servire di un metodo già fatto come di una comodità per studiare, lo si deve considerare un mezzo piú semplice per comprendersi, ma il solo e vero mezzo per far progredire la scienza è quello di applicarsi alla descrizione e alla storia delle differenti cose che ne formano l'oggetto.

25 ' Le cose, in rapporto a noi, non sono nulla in se stesse, non sono ancora nulla nemmeno quando hanno un nome, cominciano ad esistere per noi quando conosciamo rapporti e proprietà che loro appartengono; solo attraverso questi rapporti possiamo darne una definizione: ma la definizione che si può dare in una frase è ancora solo la rappresentazione molto imperfetta della cosa, perché non potremo mai definire bene una cosa senza descriverla esattamente. È proprio questa difficoltà di dare una buona definizione che si ritrova ad ogni momento, in tutti i metodi, in tutti i compendi che si è cercato di compilare per aiutare la memoria; per cui si deve dire che nelle cose naturali è ben definito solo ciò che è esattamente descritto; ma per descrivere esattamente, bisogna aver visto, rivisto, esaminato, paragonato la cosa che si vuol descrivere senza pregiudizi, senza l'idea di fare un sistema, altrimenti la descrizione non ha

piú il carattere della verità, che è il solo che le conviene.* Lo stile stesso della descrizione deve essere semplice, netto e misurato, perché non sopporta l'elevatezza, gli ornamenti, ancora meno i voli, le facezie o gli equivoci: il solo ornamento che si può concedergli è una certa nobiltà nell'espressione, una certa scelta e una certa proprietà nei termini.

Fra i tanti autori che hanno scritto sulla storia naturale, ben pochi hanno saputo descrivere. Rappresentare genuinamente e chiaramente le cose, senza appesantirle né diminuirle e senza aggiungervi niente dalla propria immaginazione, è un talento tanto piú lodevole quanto meno è brillante e può essere apprezzato solo da una ristretta cerchia di persone capaci di una certa attenzione, necessaria per seguire le cose fin nei piú piccoli dettagli: niente è piú comune delle opere appesantite da una numerosa e secca nomenclatura, da metodi noiosi e poco naturali, per i quali gli autori credono di poter vantare merito; niente è piú raro del trovare precisione nelle descrizioni, novità nei fatti, acutezza nelle osservazioni.

26

Aldrovandi, il piú laborioso e sapiente dei naturalisti, ha lasciato, dopo un lavoro di sessant'anni, volumi immensi sulla storia naturale, che sono stati via via pubblicati, per la maggior parte dopo la sua morte:* sarebbe facile ridurli alla loro decima parte, se se ne togliessero tutte le cose inutili ed estranee all'argomento; a parte questa prolissità che, lo confesso, è opprimente, i suoi libri devono essere considerati quanto vi è di meglio sulla storia naturale nel suo insieme: il piano dell'opera è buono, le sue distribuzioni sensate, le sue divisioni precise, le sue descrizioni assai esatte, monotone, a dir la verità, ma fedeli; la parte storica è meno buona, mescolata com'è, spesso, alla favola, e l'autore vi lascia trapelare troppo la sua inclinazione alla credulità.

Leggendolo sono rimasto colpito da un difetto o da un eccesso che si ritrova in quasi tutti i libri scritti cento o duecento anni fa e che i dotti di Germania hanno ancor oggi: quella quantità di inutile erudizione con cui intenzionalmente ingros-

27

sano le loro opere, di modo che il soggetto da loro trattato annega in una massa di argomenti estranei, sui quali essi dissertano con tanta compiacenza e si dilungano con cosí poco riguardo per i lettori, da sembrare che abbiano dimenticato quello che vi dovevano dire per raccontarvi solo quello che hanno detto gli altri. Io mi immagino un uomo come Aldrovandi: concepito il disegno di fare un corpo completo di storia naturale, avrà via via letto, nella sua biblioteca, gli antichi, i moderni, i filosofi, i teologi, i giureconsulti, gli storici, i viaggiatori, i poeti, senza nessun altro fine all'infuori di quello di impossessarsi di tutte le parole, di tutte le frasi che da vicino o da lontano abbiano rapporto col suo oggetto; lo vedo copiare e far copiare tutte queste osservazioni, sistemarle per ordine alfabetico e dopo aver riempito vari portacarte con note di ogni specie, raccolte spesso senza esame e senza scelta, cominciare a lavorare a un soggetto particolare e non voler perdere niente di tutto quello che ha raccolto. Cosí, quando verrà a parlare della storia naturale del gallo e del bove, vi racconterà tutto quello che è stato detto sui galli e sui buoi, tutto quello che ne hanno pensato gli antichi, tutto quello che si è immaginato sulle loro virtú, sul loro carattere, sul loro coraggio, tutte le cose per le quali si è cercato di utilizzarli, tutti i racconti che le vecchiette vi hanno ricavato, tutti i miracoli che certe religioni hanno fatto loro compiere, tutti gli argomenti di superstizione che hanno fornito, tutti i paragoni che i poeti ne hanno tratto, tutti gli attributi che certi popoli hanno loro accordato, tutte le immagini che ne sono state fatte nei geroglifici, negli stemmi, in una parola tutte le storie e tutte le favole che si sono mai scovate sul gallo e sul bove. Si giudichi quanta storia naturale ci si può aspettare di trovare in questa farragine di scritti; e se l'autore non l'avesse sistemata in articoli separati dagli altri, non sarebbe stato possibile trovarla, o per lo meno non sarebbe valso la pena di cercarla.

*28*

Ci si è completamente corretti di questo difetto nel nostro secolo; l'ordine e la precisione con la quale oggi si scrive, hanno

reso le scienze piú divertenti, piú facili, e io sono convinto che questa differenza di stile contribuisca forse al loro progresso quanto lo spirito di ricerca che regna oggi; infatti i nostri predecessori cercavano come noi, ma raccoglievano tutto ciò che si presentava loro, mentre noi rifiutiamo tutto ciò che ci sembra non aver valore e preferiamo una piccola opera ben ragionata a un grosso libro molto dotto; c'è solo da temere che, giungendo a disprezzare l'erudizione, noi arriveremo a credere che lo spirito possa supplire a tutto e che la scienza sia solo un nome vuoto di senso.

Le persone sensate si accorgeranno però sempre che la sola e vera scienza è la conoscenza dei fatti, lo spirito non può supplirvi: i fatti sono nelle scienze ciò che l'esperienza è nella vita civile. Si potranno dunque dividere tutte le scienze in due classi principali che conterranno tutto ciò che si addice ad un uomo di scienza: la prima è la storia civile e la seconda la storia naturale, tutte e due fondate su dei fatti che è spesso importante e sempre piacevole conoscere: la prima è oggetto dello studio degli uomini di stato, la seconda dei filosofi.* E benché l'utilità di quest'ultima non sia immediata quanto l'altra, si può tuttavia assicurare che la storia naturale è la fonte delle altre scienze fisiche e la madre di tutte le arti: quanti ottimi rimedi la medicina non ha tratto da certe produzioni della natura fino allora sconosciute! Quante ricchezze le arti non hanno trovato in varie materie in altri tempi disprezzate! Ma vi è di piú, perché tutte le idee che brillano nelle arti hanno i loro modelli nelle produzioni della natura: Dio ha creato e l'uomo imita; tutte le invenzioni degli uomini, siano rivolte alla necessità o alla comodità, sono solo imitazioni piuttosto grossolane di ciò che la natura esegue con estrema perfezione.

Ma senza insistere piú a lungo sull'utilità che si deve trarre dalla storia naturale, sia in rapporto alle altre scienze sia alle arti, torniamo al nostro oggetto principale, alla maniera di studiarlo e di trattarlo. La descrizione esatta e la storia fedele di ogni cosa, è, come abbiamo detto, il solo fine che ci si deve

29

proporre all'inizio. Nella descrizione devono rientrare la forma,
30 la grandezza, i pesi, i colori, la posizione di riposo e di movimento, la posizione delle varie parti, i loro rapporti, la loro figura, la loro azione e tutte le funzioni esterne; se a tutto ciò si potrà aggiungere l'esposizione delle parti interne, tutta la descrizione ne risulterà piú completa; si deve solo stare attenti a non cadere in dettagli troppo minuti, o a non appesantire la descrizione di parti poco importanti e a non trattare, invece, troppo superficialmente le cose importanti ed essenziali. La storia deve venire dopo la descrizione e svolgersi solo sui rapporti che le cose naturali hanno fra di loro e con noi; * la storia di un animale non deve essere la storia di un individuo, ma quella della specie intera di questo animale, deve comprendere il periodo della generazione, quello della gravidanza, quello del parto, il numero dei piccoli, le cure dei padri e delle madri, che tipo di educazione essi dànno, i loro istinti, il luogo dove abitano, il loro nutrimento, come se lo procurano, i loro costumi, le loro astuzie, la loro caccia, e poi i servizi che possono renderci e tutte le utilità o comodità che noi possiamo trarne; e quando nell'interno del corpo dell'animale vi sono cose importanti da notare, sia per la loro conformazione, sia per l'uso che se ne può fare, si deve aggiungerle alla descrizione o alla storia; mentre entrare in un esame anatomico troppo dettagliato sarebbe un argomento estraneo alla storia naturale, o per lo meno non è il suo oggetto principale, ed è meglio riservare tali particolari per le memorie sull'anatomia comparata.

31 Questo piano generale deve essere seguito e completato con tutta l'esattezza possibile, e per non cadere in una troppo frequente ripetizione dello stesso ordine, per evitare la monotonia dello stile, bisogna variare la forma delle descrizioni e cambiare il filo della storia a seconda di come verrà giudicato necessario; per rendere le descrizioni meno aride, bisogna mescolarvi qualche fatto, qualche paragone, qualche riflessione sugli usi delle diverse parti, riuscire, in una parola, a farsi leggere senza annoiare e senza richiedere fatica.

Per quanto riguarda l'ordine generale e il metodo di distribuzione dei diversi argomenti della storia naturale, si potrebbe dire che è puramente arbitrario e che si è quindi padroni di scegliere quello che si ritiene il piú comodo o il piú comunemente accolto; ma, prima di esporre le ragioni che potrebbero spingerci ad adottare un ordine invece di un altro, è necessario fare ancora qualche riflessione, attraverso la quale cercheremo di spiegare che cosa può esserci di reale nelle divisioni che sono state fatte delle produzioni naturali.

Per cogliere quest'ordine bisogna disfarci per un istante di tutti i nostri pregiudizi e spogliarci anche delle nostre idee: immaginiamo un uomo che abbia effettivamente dimenticato tutto o che si svegli completamente ignaro degli oggetti che lo circondano, mettiamolo in mezzo alla campagna dove gli animali, gli uccelli, i pesci, le piante, le pietre si presentino successivamente ai suoi occhi.* Lí per lí confonderà tutto, perché non riuscirà a distinguere nulla; ma lasciamo che le sue idee si consolidino a poco a poco attraverso sensazioni ripetute degli stessi oggetti; ben presto egli si formerà un'idea generale della materia animata, la distinguerà facilmente da quella inanimata e dopo poco riuscirà a distinguere perfettamente quella animata da quella vegetale e, del tutto naturalmente, arriverà a una prima divisione in *Animale*, *Vegetale* e *Minerale*. E poiché si sarà formato nello stesso tempo un'idea precisa di quei tre grandi oggetti differenti che sono la *Terra*, l'*Aria* e l'*Acqua*, in poco tempo si formerà un'idea particolare degli animali che abitano la terra, di quelli che abitano nell'acqua, e di quelli che si innalzano nell'aria, e di conseguenza imporrà facilmente a se stesso una seconda divisione in *Animali quadrupedi*, *Uccelli*, *Pesci*; la stessa cosa avverrà nel regno vegetale, per gli alberi e per le piante, che egli distinguerà chiaramente, sia per la loro grandezza, sia per la loro sostanza, sia per la loro forma. Ecco che cosa deve necessariamente dargli la piú semplice osservazione, ecco ciò che, con una superficialissima attenzione, non può non riconoscere, ed è proprio questo che noi dobbiamo

32

considerare reale e che dobbiamo rispettare come una divisione data dalla natura stessa. Mettiamoci poi al posto di questo uomo o supponiamo che egli abbia acquistate tante conoscenze ed abbia altrettanta esperienza di noi, e vedremo che giudicherà gli oggetti della storia naturale secondo i rapporti che essi avranno con lui: quelli che gli saranno piú necessari e piú utili avranno il primo posto, per esempio darà la preferenza, nell'ordine degli animali, al cavallo, al cane, al bove eccetera, e conoscerà sempre meglio quelli che gli saranno piú familiari; si occuperà poi di quelli che, senza essere domestici, abiteranno gli stessi luoghi, le stesse regioni, per esempio i cervi, le lepri e tutti gli animali selvaggi. Solo dopo aver acquistato tutte queste conoscenze, la sua curiosità lo porterà a ricercare quali possono essere gli animali delle regioni straniere, gli elefanti, i dromedari eccetera. Lo stesso procedimento si avrà per i pesci, gli uccelli, gli insetti, le conchiglie, le piante ed i minerali e per tutte le altre produzioni della natura; egli le studierà in proporzione all'utilità che potrà trarne, le prenderà in considerazione via via che gli si presenteranno piú vicine alla sua vita, le sistemerà nella sua mente relativamente a quest'ordine delle sue conoscenze, perché è di fatto l'ordine secondo il quale egli le ha acquistate e gli interessa conservarle.

33

Quest'ordine, che è il piú naturale di tutti, è quello che noi abbiamo creduto di dover seguire. Il nostro metodo di distribuzione non è piú misterioso di quello che abbiamo descritto ora: partiamo dalle divisioni generali che abbiamo indicato e che nessuno può contestare, prendiamo poi gli oggetti che ci interessano di piú, secondo i rapporti che hanno con noi, per poi passare a poco a poco fino a quelli piú lontani e a noi estranei: crediamo questo metodo semplice e naturale di considerare le cose preferibile ai metodi piú ricercati e piú compositi, perché non ne esiste uno solo, fra tutti quelli che sono stati fatti e che si potranno fare, in cui non vi sia una maggiore arbitrarietà che in questo, e perché, alla fine dei conti, ci rimane piú facile, piú divertente e piú utile consi-

34

derare le cose in rapporto a noi che sotto un qualsiasi altro punto di vista.*

Prevedo che potranno venirci rivolte due obiezioni: la prima è che queste grandi divisioni, da noi considerate reali, non siano forse esatte, perché, per esempio, non siamo sicuri che si possa tirare una linea di separazione fra il regno animale e il vegetale, oppure fra il regno vegetale e quello minerale e che nella natura si possano trovare cose che partecipano egualmente alle proprietà dell'uno e dell'altro e che, di conseguenza, non possono entrare in nessuna di queste due divisioni.

A ciò rispondo che, se esistono cose che siano esattamente per metà animali e per metà piante, o per metà piante e per metà minerali, eccetera, ci sono sconosciute; in pratica la divisione è completa ed esatta e ci si accorge facilmente che piú le divisioni saranno generali, meno rischio si avrà di incontrare oggetti che in queste divisioni dovranno venire spezzati, perché partecipi della natura di due cose comprese, nella divisione, in due diverse categorie, cosicché questa obiezione, da noi opportunamente usata contro le distribuzioni particolari, non potrà aver luogo quando si tratterà di divisioni generali come questa, soprattutto se non si rendono queste divisioni esclusive e se non si pretende di comprendervi senza eccezione, non soltanto tutti gli esseri conosciuti, ma anche tutti quelli che si potranno scoprire in avvenire. D'altra parte, se vi si presterà attenzione, ci si accorgerà che le nostre idee generali, composte solo di idee particolari, sono relative a una serie continua di oggetti, della quale scorgiamo chiaramente il mezzo, ma le cui estremità sfuggono sempre piú alle nostre considerazioni, di modo che noi cogliamo esclusivamente l'insieme delle cose; non si deve perciò credere che le nostre idee, per quanto generali possano essere, comprendano le idee particolari di tutte le cose esistenti e possibili.

La seconda obiezione che ci verrà indubbiamente rivolta, è che, seguendo nella nostra opera l'ordine che abbiamo indicato, cadremo nell'inconveniente di mettere insieme oggetti molto diversi; che per esempio, nella storia degli animali, cominciando

da quelli che ci sono piú utili, piú domestici, saremo costretti a fare la storia del cane dopo o prima di quella del cavallo, il che può apparire innaturale, perché sono animali cosí diversi sotto tutti gli aspetti, che non sembrano fatti per stare cosí vicini gli uni agli altri in un trattato di storia naturale; forse si aggiungerà anche, che sarebbe stato meglio seguire il vecchio 36 metodo della divisione degli animali in *Solipedi*, *Piedi forcuti* e *Fissipedi*,* o il nuovo metodo fondato sulla divisione degli animali a seconda dei denti o delle mammelle eccetera.**

Questa obiezione, che all'inizio potrà sembrare speciosa, svanirà non appena sarà stata esaminata. Non è meglio ordinare gli oggetti, non soltanto in un trattato di storia naturale, ma anche in una tavola o sotto qualsiasi altra forma, nell'ordine e nella posizione in cui di solito si trovano, che non forzarli a trovarsi riuniti insieme in virtú di una supposizione? Non è meglio far seguire il cavallo, che è solipede, dal cane, che è fissipede, ma che in genere nella vita reale lo segue, che non da una zebra a noi cosí poco conosciuta e che forse non ha col cavallo nessun altro rapporto all'infuori di quello di essere solipede? D'altra parte riguardo le differenze non si incontra in questa sistemazione lo stesso inconveniente che si incontra nella nostra? Un leone, che è fissipede, somiglia forse a un topo, anche lui fissipede, piú di quanto un cavallo somigli ad un cane? Un elefante solipede somiglia piú a un asino solipede che a un cervo dal piede forcuto?*** E se ci si vuol servire del nuovo metodo, nel quale i denti e le mammelle sono i caratteri specifici sui quali sono fondate le divisioni e le distribuzioni, si troverà forse una maggiore somiglianza fra un leone e un pipistrello, che fra un cavallo e un cane? Oppure, affinché il nostro paragone sia ancora piú esatto, un cavallo somiglia forse piú a un maiale che a un cane, o forse un cane somiglia piú a una talpa 37 che a un cavallo?[1] Ora, poiché in questi metodi di sistemazione vi sono tanti inconvenienti e differenze altrettanto grandi che nel nostro, mentre, d'altra parte, essi non offrono gli stessi

[1] Vedi LINNEO, *Systema naturae*, pp. 65 sgg.

vantaggi e sono molto piú lontani del modo solito e naturale di considerare le cose, crediamo di aver avuto sufficienti ragioni per concedergli la preferenza e seguire nelle nostre distribuzioni solo l'ordine dei rapporti che le cose ci sono sembrate avere con noi stessi.

Non esamineremo particolareggiatamente tutti i metodi artificiali che sono stati dati per la divisione degli animali: sono tutti piú o meno soggetti agli inconvenienti di cui abbiamo parlato in merito ai metodi della botanica, e ci sembra che l'esame di uno solo di questi metodi basti a far scoprire i difetti degli altri: ci limiteremo dunque ad esaminare quello di Linneo, che è il piú recente, per permettere di giudicare se abbiamo avuto ragione di rifiutarlo e di seguire soltanto l'ordine naturale nel quale tutti gli uomini sono soliti vedere e considerare le cose.

Linneo divide tutti gli animali in sei classi, *Quadrupedi*, *Uccelli*, *Anfibi*, *Pesci*, *Insetti* e *Vermi*.* Questa prima divisione è, come si vede, molto arbitraria e incompleta, perché non ci dà nessuna idea di certi generi di animali che sono invece molto importanti e molto diffusi, i serpenti per esempio, le conchiglie, *38* i crostacei; e sembra al primo colpo d'occhio che siano stati dimenticati, perché lí per lí non si pensa che i serpenti possano essere anfibi, i crostacei insetti, e le conchiglie vermi. Se invece di fare sei classi, questo autore ne avesse fatte dodici o ancora di piú, ed avesse parlato di quadrupedi, uccelli, anfibi, pesci cetacei, pesci ovipari, pesci molli, crostacei, conchiglie, insetti di terra, insetti di mare, insetti d'acqua dolce eccetera, avrebbe parlato piú chiaramente, e le sue divisioni sarebbero state piú vere e meno arbitrarie, perché in generale piú si aumenterà il numero delle divisioni delle produzioni naturali, piú ci si avvicinerà alla realtà, dal momento che in natura non esistono altro che individui, e che i generi, gli ordini e le classi esistono solo nella nostra immaginazione.*

Se si esaminano i caratteri generali che egli usa e la maniera in cui fa le sue divisioni particolari, vi si troveranno difetti

ancora piú gravi: per esempio, un carattere generale come quello che per la divisione dei quadrupedi si basa sulle mammelle, dovrebbe per lo meno appartenere a tutti i quadrupedi, mentre da Aristotele in poi si sa che il cavallo non ha mammelle.

Egli divide la classe dei quadrupedi in cinque ordini: *Antropomorpha*, *Ferae*, *Glires*, *Jumenta*, *Pecora*; e questi cinque ordini

*39* comprendono, secondo lui, tutti gli animali quadrupedi. Dalla esposizione e dall'enumerazione di questi cinque ordini ci si accorge come questa divisione sia non soltanto arbitraria, ma anche assai male escogitata, se si pensa che questo autore mette nel primo ordine l'uomo, la scimmia, la marmotta e la lucertola scagliosa. Solo se si ha la mania delle classi, si può giungere a mettere insieme esseri cosí diversi come l'uomo e la marmotta o la scimmia e la lucertola scagliosa. Passiamo al secondo ordine da lui chiamato quello delle *Ferae*, cioè delle bestie feroci: comincia infatti col leone e la tigre, ma continua col gatto, la donnola, la lontra, il vitello marino, il cane, l'orso, il tasso, e finisce col riccio, la talpa e il pipistrello. Quando mai si sarebbe pensato che il termine latino *Ferae*, bestie selvagge o feroci, potesse essere dato al pipistrello, alla talpa, al riccio, che animali domestici come il gatto e il cane fossero bestie feroci? Non vi è qui un equivoco altrettanto grande, sia di buon senso che di parole? Ma vediamo il terzo ordine, quello dei *Glires*, i ghiri; i ghiri del Linneo sono il porcospino, la lepre, lo scoiattolo, il castoro e i topi; confesso che, in mezzo a loro, non vedo che una specie di topo che sia effettivamente un ghiro. Il quarto ordine è quello degli *Jumenta*, o bestie da soma, che sono l'elefante, l'ippopotamo, il toporagno, il cavallo, il maiale, altro aggruppamento cosí gratuito e bizzarro come se l'autore avesse lavorato a bella posta per renderlo tale. Infine il quinto ordine

*40* dei *Pecora*, o del bestiame, comprende il cammello, il cervo, il bove, il caprone; ma che differenza c'è fra un cervo e un caprone, un cammello e un montone? E con che ragione si può pretendere che siano animali dello stesso genere se non perché, volendo fare a tutti i costi degli ordini, ma volendo limitarli

a pochi, bisogna pur accogliere bestie di ogni specie? Se poi si esaminano le ultime divisioni degli animali in specie particolari, si trova che la lince è una specie di gatto, la volpe ed il lupo una specie di cane, la civetta una specie di tasso, il maiale d'India una specie di lepre, il topo d'acqua una specie di castoro, il rinoceronte una specie di elefante, l'asino una specie di cavallo, eccetera, e tutto ciò perché vi sono alcuni piccoli rapporti fra il numero delle mammelle e dei denti di questi animali e qualche leggera somiglianza nella forma delle loro corna.

Ecco dunque, senza tralasciare niente, a che cosa si riduce questo sistema della natura per gli animali quadrupedi. Non sarebbe piú semplice, piú naturale e piú vero, dire che un asino è un asino, un gatto un gatto, invece di volere, senza sapere perché, che un asino sia un cavallo, e un gatto una lince?

Si può giudicare da questo saggio tutto il resto del sistema. I serpenti, secondo questo autore, sono degli anfibi, i gamberi degli insetti, e non soltanto insetti, ma insetti dello stesso ordine dei pidocchi e delle pulci, mentre tutte le conchiglie, i crostacei e i pesci molli sono vermi; le ostriche, le vongole, i ricci di mare, le stelle di mare, le seppie sono, per questo autore, dei vermi. Ce n'è abbastanza per accorgersi quanto siano arbitrarie tutte queste divisioni e infondato questo metodo. *41*

Si rimproverano gli antichi perché non hanno fatto dei metodi, e i moderni si credono molto superiori a loro proprio perché hanno fatto un gran numero di queste sistemazioni metodiche e di questi dizionari di cui abbiamo parlato, e si sono convinti che ciò basta a provare che gli antichi non avevano in storia naturale tutte le conoscenze che abbiamo noi; eppure è vero proprio il contrario e noi avremo infinite occasioni, nel corso di quest'opera, di dimostrare che gli antichi erano molto piú progrediti ed istruiti di noi, non dico in fisica, ma nella storia naturale degli animali e dei minerali, e che i fatti di questa storia risultavano loro ben piú familiari che a noi, che avremmo dovuto approfittare delle loro scoperte e delle loro osservazioni.* Aspettando di darne degli esempi specifici, ci

contenteremo di indicare qui le ragioni generali che basterebbero a farlo pensare, quand'anche non se ne avessero delle prove particolari.

La lingua greca è una delle piú antiche e quella di cui si è fatto uso per un piú lungo periodo di tempo: prima e dopo
42 Omero si è parlato e scritto in greco per tredici o quattordici secoli e ancora oggi il greco, corrotto da idiomi stranieri, non differisce da quello antico piú di quanto l'italiano differisca dal latino. Questa lingua, che si deve considerare la piú perfetta e la piú ricca di vocaboli, era giunta fin dal tempo di Omero a un alto grado di perfezione, cosa che fa necessariamente presupporre una discreta antichità rispetto al secolo stesso di questo grande poeta; si può infatti giudicare quanto una lingua sia antica o recente dalla maggiore o minore quantità delle parole e dalla varietà piú o meno sottile delle sue costruzioni. Ora noi troviamo in questa lingua i nomi di una grandissima quantità di cose che non hanno nessun nome né in latino né in francese: gli animali piú rari, certe specie di uccelli o di pesci o di minerali, che capita di incontrare assai raramente, hanno in questa lingua dei nomi che ricorrono costantemente, prova evidente che questi oggetti della storia naturale erano conosciuti e che i Greci non soltanto li conoscevano, ma ne avevano anche un'idea precisa che potevano avere acquistato solo attraverso uno studio di questi stessi oggetti, studio che presuppone necessariamente osservazioni e annotazioni; essi avevano anche nomi per definire le varietà; e ciò che noi possiamo rappresentare solo con il giro di una frase, in questa lingua viene definito con un solo sostantivo. Questa abbondanza di parole, questa ricchezza di espressioni nette e precise, non pre-
43 suppongono la stessa abbondanza di idee e di conoscenze? Non ci si rende conto che persone che avevano dato il nome a molte piú cose di noi, ne conoscevano, di conseguenza, molte di piú? Eppure non avevano fatto, come invece abbiamo fatto noi, metodi e sistemazioni arbitrarie; pensavano che vera scienza è la conoscenza dei fatti; che per acquistarla bisognava familia-

rizzarsi con le produzioni della natura, dare loro dei nomi per farle riconoscere, per permettere di intrattenersi a parlarne, per rappresentarsi piú spesso le idee delle cose rare e singolari, e per moltiplicare cosí delle conoscenze che altrimenti sarebbero forse svanite, perché nulla è piú soggetto all'oblio delle cose che non hanno nome. Tutto ciò che non è di uso comune, si mantiene solo con l'aiuto della rappresentazione.*

D'altra parte gli antichi, che hanno scritto sulla storia naturale, erano grandi uomini che non si erano limitati a questo solo studio; avevano ingegni sublimi, conoscenze varie e approfondite, vedute generali, e se ci sembra in un primo momento che mancassero di una certa esattezza in alcuni dettagli, è facile accorgersi, leggendoli attentamente, che essi pensavano che le cose piccole non meritassero tutta l'attenzione che è stata loro prestata in questi ultimi tempi; e per quanti rimproveri i moderni possano rivolgere agli antichi, mi sembra che Aristotele, Teofrasto e Plinio, che sono stati i primi naturalisti, siano anche i piú grandi sotto certi punti di vista. La *Storia degli animali* di Aristotele è forse ancora oggi quanto abbiamo di meglio in questo genere di studi, e dovremmo desiderare che egli ci avesse lasciato qualche cosa altrettanto completa sui vegetali e sui minerali; ma i due libri sulle piante, che alcuni autori gli attribuiscono, non somigliano alle altre sue opere ed infatti non sono sue.[1] È vero che la botanica non era tenuta molto in considerazione ai suoi tempi: i Greci ed anche i Romani non la ritenevano una scienza che avesse diritto ad esistere di per sé, formando un oggetto di studio a parte; la consideravano solo in relazione all'agricoltura, al giardinaggio, alla medicina e alle arti; e benché Teofrasto, scolaro di Aristotele, conoscesse piú di cinquecento generi di piante e Plinio ne citasse piú di mille, ne parlavano solo per insegnare il modo di coltivarle o per dirci che alcune entrano nella composizione delle droghe, altre sono usate per le arti, altre servono ad ornare i nostri giardini: in una parola, le prendevano in considerazione

*44*

[1] Vedi il Commentario dello SCALIGERO.

solo per l'utilità che se ne può trarre, senza mostrare nessun desiderio di descriverle esattamente.

Conoscevano la storia degli animali meglio di quella delle piante: Alessandro ordinò, spendendo moltissimo, di radunare degli animali, facendoli venire da ogni paese, e mise Aristotele in condizione di poterli osservare bene; infatti dalla sua opera sembra che egli li conoscesse forse meglio e sotto punti di vista piú generali di come sono conosciuti oggi. Infine, benché 45 i moderni abbiano aggiunto le loro scoperte a quelle degli antichi, non riesco a vedere molte opere moderne da poter mettere al di sopra di quelle di Aristotele e di Plinio; ma poiché la prevenzione naturale che si ha per il proprio secolo potrebbe far pensare che la mia sia un'affermazione temeraria, voglio in poche parole dare l'esposizione del piano delle loro opere.

Aristotele comincia la sua *Storia degli animali* con lo stabilire delle differenze e delle somiglianze generali fra i diversi generi di animali; invece di dividerli secondo piccoli caratteri particolari, come hanno fatto i moderni, riferisce in ordine storico tutti i fatti e tutte le osservazioni che riguardano i rapporti generali e i caratteri sensibili; trae questi caratteri dalla forma, dal colore, dalla grandezza, e da tutte le qualità esteriori dell'animale intero, e anche dal numero e dalla posizione delle sue parti, dalla grandezza, dal movimento e dalla forma delle sue membra, dai rapporti simili o diversi che si riscontrano in queste stesse parti paragonate fra loro, e riporta continuamente degli esempi per farsi capire meglio. Egli tiene conto anche delle differenze fra gli animali per il loro modo di vivere, il loro comportamento e i loro costumi, le loro abitazioni eccetera, parla delle parti che sono comuni ed essenziali ad alcuni animali e di quelle che possono mancare e che effettivamente mancano a varie specie di essi: il tatto — egli dice — è la sola 46 cosa che si deve considerare assolutamente necessaria e che non deve mancare a nessun animale; e poiché questo senso è comune a tutti gli animali, è impossibile dare un nome alla parte del loro corpo in cui risiede la facoltà di sentire. Le parti piú impor-

tanti sono quelle mediante le quali l'animale prende il suo nutrimento, quelle con le quali lo riceve e lo digerisce e ne restituisce il superfluo. Aristotele esamina poi le varie forme di generazione degli animali, le differenze delle loro membra e dei vari organi che servono ai loro movimenti e alle loro funzioni naturali. Queste osservazioni generali e preliminari formano un quadro in cui tutte le parti sono interessanti, e questo grande filosofo dice anche che le ha presentate sotto questo aspetto per offrire un assaggio di ciò che deve seguire, cosí da riuscire a suscitare l'interesse che è richiesto dalla storia particolare di ciascun animale o piuttosto di ciascuna cosa.

Egli comincia dall'uomo e lo descrive per primo, perché è l'animale meglio conosciuto e non perché è il piú perfetto, e, per rendere la sua descrizione meno arida e piú avvincente, cerca di trarre conoscenze morali esaminando i rapporti fisici del corpo umano, indica i caratteri degli uomini dai tratti del loro viso: conoscere bene la propria fisionomia potrebbe effettivamente essere una scienza molto utile a colui che l'avesse acquistata, ma è possibile ricavarla dalla storia naturale? Egli descrive dunque l'uomo in tutte le sue parti esterne ed interne: è questa la sua sola descrizione completa; invece di descrivere poi ciascun animale in particolare, li fa conoscere tutti nei rapporti che le loro varie parti del corpo hanno con quelle del corpo umano; quando descrive, per esempio, la testa umana, paragona ad essa la testa di diverse specie di animali, e cosí fa per tutte le altre parti del corpo; quando descrive il polmone dell'uomo, riferisce in ordine storico tutto ciò che si sapeva sui polmoni degli animali e fa la storia di quelli che ne mancano; per gli organi della generazione riferisce tutti i diversi modi in cui gli animali si accoppiano, generano, trascorrono il periodo di gestazione, si sgravano eccetera; quando viene a trattare del sangue, fa la storia degli animali che non l'hanno e, seguendo questo piano di comparazione in cui l'uomo funge sempre da modello, e mettendo in evidenza solo le differenze degli animali dall'uomo e di ciascuna parte degli animali da ciascuna parte dell'uomo,

47

sopprime intenzionalmente qualsiasi descrizione particolare, evita cosí qualsiasi ripetizione, riunisce i fatti e non scrive una sola parola che sia inutile. È cosí che è riuscito a riunire in un piccolo volume un numero quasi infinito di diversi fatti, e non credo sia possibile ridurre in termini ancora piú ristretti tutto quello che egli trovava da dire su questa materia, che sembrava cosí poco suscettibile di una simile precisione da volerci solo un genio come il suo per conservarvi, nello stesso tempo, l'ordine e la chiarezza. Quest'opera di Aristotele, che si presenta ai miei occhi come una tavola di materie estratte con 48 la massima cura da varie migliaia di volumi pieni di descrizioni e di osservazioni di ogni specie, è il compendio piú dotto che sia mai stato fatto, se la scienza è effettivamente la storia dei fatti: e quand'anche Aristotele avesse tratto da tutti i libri del suo tempo ciò che ha messo nel suo, il piano dell'opera, la sua distribuzione, la scelta degli esempi, l'esattezza dei paragoni, un certo costrutto nelle idee, che io definirei volentieri carattere filosofico, non permettono di dubitare per un istante che non sia ben piú ricco di quelli di cui si sarebbe valso.*

Plinio ha voluto lavorare su di un campo ben piú vasto, forse troppo vasto, ha voluto abbracciare tutto: sembra quasi che abbia misurata la natura e l'abbia trovata troppo piccola per l'estensione del suo pensiero. La sua storia naturale comprende, indipendentemente dalla storia degli animali, delle piante e dei minerali, quella del cielo e della terra, la medicina, il commercio, la navigazione, la storia delle arti liberali e meccaniche, l'origine degli usi, infine tutte le scienze naturali e tutte le arti umane; ma ciò che vi è di stupendo, è che in ciascuna parte Plinio è ugualmente grande, e la sublimità delle sue idee, la nobiltà del suo stile mettono ancora una volta in luce la sua profonda erudizione: non soltanto egli sapeva tutto ciò che si poteva sapere al suo tempo, ma aveva quella facilità di spaziare col pensiero che moltiplica la scienza, possedeva quella finezza di riflessione dalla quale dipendono l'eleganza ed il gusto, riusciva a comunicare ai suoi lettori una certa libertà

di spirito, un'arditezza di pensiero che è il germe della filosofia. La sua opera varia come la natura stessa, la dipinge sempre nel modo piú bello; essa è, se si vuole, una compilazione di tutto ciò che era stato scritto prima di lui, una copia di tutto ciò che era stato fatto di eccellente e di utile a sapersi: ma questa copia si sviluppa in linee cosí vaste, questa compilazione contiene cose riunite in una forma cosí nuova, che è preferibile alla maggior parte delle opere originali che trattano le stesse materie. *

49

Abbiamo detto che la storia fedele e la descrizione esatta di ciascuna cosa, erano i due soli oggetti che ci si doveva proporre innanzitutto nello studio della storia naturale. Gli antichi si sono rivolti con ottimi risultati al primo e sono forse tanto superiori ai moderni in questa parte della storia naturale, quanto i moderni li superano nell'altra: essi si sono occupati, riuscendovi benissimo, della parte storica della vita e dei costumi degli animali, della coltivazione e dell'uso delle piante, delle proprietà e dell'impiego dei minerali, mentre sembrano aver trascurato di proposito la descrizione di ciascuna cosa, e non perché non fossero capaci di riuscirvi bene, ma perché probabilmente disdegnavano di scrivere cose che consideravano inutili, criterio che si ampliava in un pensiero piú generale e non era cosí irragionevole come si potrebbe credere: né d'altra parte essi avrebbero potuto pensare altrimenti. Innanzitutto, cercavano di essere brevi e di mettere nelle loro opere solo i fatti essenziali ed utili, perché non avevano come noi la facilità di moltiplicare i libri e di ingrossarli impunemente; in secondo luogo consideravano tutte le scienze dal lato dell'utilità, e si piegavano molto meno di noi a far concessioni alla vana curiosità, per cui tutto ciò che non aveva rapporto con la società, la salute, le arti era trascurato; riferivano tutto all'uomo morale e pensavano che le cose prive di qualsiasi applicazione non fossero degne di venir considerate: un insetto inutile, di cui i nostri osservatori ammirano tutte le manovre, un'erba senza virtú, di cui i nostri botanici osservano gli stami, non erano per

50

essi che un insetto o un'erba: si veda, per esempio, il libro 27 di Plinio, intitolato *Reliqua herbarum genera*, dove egli mette insieme tutte le erbe che non gli sembrano degne di particolare attenzione, e si contenta di ordinarle per ordine alfabetico, indicando soltanto alcuni dei loro caratteri generali e delle loro applicazioni in medicina. Tutto ciò deriva dal poco gusto che gli antichi avevano per la fisica; ma volendoci esprimere piú esattamente, diremo che essi, non possedendo nessuna idea di ciò che noi chiamiamo fisica particolare e sperimentale, non pensavano di poter trarre nessun vantaggio dall'esame scrupoloso e dalla descrizione esatta di tutte le parti di una pianta o di un piccolo animale, e non ne scorgevano i rapporti con la spiegazione dei fatti della natura.

Tuttavia è questo l'oggetto piú importante, e non bisogna immaginare che anche oggi, nello studio della storia naturale, ci si debba limitare solamente a fare delle descrizioni esatte e ad accertarsi soltanto dei fatti particolari: in verità, come noi già abbiamo detto, è il fine essenziale quello che dobbiamo innanzitutto proporci: dobbiamo cercare di sollevarci a qualcosa ancora piú grande e piú degno di occuparci, cioè combinare le osservazioni, generalizzare i fatti, legarli insieme con la forza delle analogie e cercare di arrivare a quell'alto grado di conoscenze, dal quale possiamo giudicare che gli effetti particolari dipendono da quelli generali e possiamo paragonare la natura con se stessa nelle sue grandi operazioni, per poi infine aprirci delle strade per perfezionare le diverse parti della fisica. Una grande memoria, assiduità ed attenzione bastano per arrivare al primo scopo; ma qui occorre qualcosa di piú, occorrono delle vedute generali, un colpo d'occhio deciso, un ragionamento formato piú dalla riflessione che non dallo studio; occorre infine quella qualità dello spirito che fa cogliere i rapporti piú lontani, riunirli, e formarne un corpo di idee ragionate, dopo averne giudicato la verosimiglianza e averne soppesato le probabilità.

È qui che si ha bisogno di un metodo per guidare lo spirito, non però di quello di cui abbiamo parlato, che serve solo a

sistemare arbitrariamente delle parole, ma del metodo che segue l'ordine stesso delle cose, che guida il nostro ragionamento, che rischiara i nostri orizzonti, li estende e ci impedisce di smarrirci.

I piú grandi filosofi ne hanno avvertito la necessità e hanno voluto darcene qualche principio e qualche esempio: alcuni ci hanno lasciato solo la storia dei loro pensieri, altri la favola della loro immaginazione e se alcuni si sono sollevati a quell'alto grado di metafisica da cui si possono vedere i princípi, i rapporti e l'insieme delle scienze, nessuno ci ha comunicato intorno a ciò le sue idee, nessuno ci ha dato dei consigli, ed il metodo, per ben guidare il proprio spirito attraverso le scienze, è ancora da trovare; in mancanza dei precetti, si è provveduto con esempi, al posto dei princípi sono state usate definizioni, al posto di fatti verificati, supposizioni azzardate.* 52

In questo stesso secolo in cui le scienze sembrano venir coltivate con passione, credo sia facile accorgersi come la filosofia sia trascurata, forse piú che in qualsiasi altro secolo; le arti che si pretende di chiamare scientifiche hanno preso il suo posto;** i metodi del calcolo e della geometria, quelli della botanica e della storia naturale, in una parola le formule e i dizionari, hanno invaso quasi tutto il mondo; si crede di aver aumentato il proprio sapere, perché si è aumentato il numero delle espressioni simboliche e delle frasi dotte, senza accorgersi che tutti questi artifizi sono solo impalcature per arrivare alla scienza, e non la scienza stessa, artifizi di cui bisogna servirsi solo quando non se ne può fare a meno, stando bene attenti che non vengano a mancarci quando vorremo applicarli all'edificio stesso.

La verità, questo essere metafisico del quale tutti credono di avere un'idea chiara, mi sembra cosí confusa con tanti altri oggetti che le sono estranei ai quali si dà il suo nome, che non mi meraviglio se si stenta a riconoscerla. I pregiudizi e le false applicazioni si sono moltiplicati via via che le nostre ipotesi si sono fatte piú dotte, piú astratte, piú perfezionate; è dunque piú che mai difficile riconoscere quello che sappiamo e distinguerlo da quello che dobbiamo ignorare. Le seguenti riflessioni 53

serviranno per lo meno di avviso in questo importante argomento.

La parola "verità" non fa nascere che una vaga idea, non ha mai avuto una precisa definizione e la stessa definizione, presa in senso del tutto generale ed assoluto, è una pura astrazione che esiste solo in virtú di qualche supposizione. Invece di cercare di dare una definizione della verità, cerchiamo di fare una enumerazione, vediamo da vicino quelle che comunemente si chiamano verità, e tentiamo di formarcene delle idee esatte.

Vi sono varie specie di verità: * si suole mettere al primo ordine le verità matematiche, ma non sono che verità di definizione; queste definizioni conducono a supposizioni semplici sí, ma astratte, e tutte le verità in questo campo non sono altro che conseguenze composte, ma sempre astratte, di queste definizioni. Noi abbiamo fatto le supposizioni, noi le abbiamo combinate in tutte le maniere, e questo corpo di combinazioni è la scienza matematica: non vi è altro all'infuori di quello che noi vi abbiamo messo, e le verità, che se ne traggono, possono 54 essere solo espressioni diverse sotto le quali si presentano le supposizioni da noi usate; le verità matematiche non sono dunque altro che le ripetizioni esatte delle definizioni o delle supposizioni. L'ultima conseguenza è vera solo se è identica alla precedente, questa, se a sua volta è identica a quella che la precede e cosí di seguito, risalendo fino alla prima supposizione; e poiché le definizioni sono i soli princípi sui quali tutto è stabilito, e sono esse stesse arbitrarie e relative, tutte le conseguenze che se ne possono trarre sono egualmente arbitrarie e relative. Ciò che noi chiamiamo verità matematiche, si riduce dunque a identità di idee e non ha alcuna realtà: noi supponiamo, ragioniamo sulle nostre supposizioni, ne traiamo delle conseguenze, concludiamo, e la conclusione od ultima conseguenza è una proposizione vera relativamente alla nostra supposizione, ma questa verità non è piú reale della supposizione stessa. Non è qui il caso di dilungarci sulle applicazioni delle scienze mate-

matiche non piú che sui loro abusi; ci basta aver provato che le verità matematiche sono solo verità di definizione, o, se si vuole, espressioni diverse della stessa cosa, e che sono verità solo relativamente alle definizioni da noi fatte: per questa ragione hanno il vantaggio di essere sempre esatte e dimostrative, rimanendo astratte, intellettuali e arbitrarie.

Le verità fisiche, invece, non sono affatto arbitrarie e non dipendono da noi, perché, invece di poggiare su nostre suppo- 55 sizioni, poggiano su fatti; una successione di fatti simili o, se si vuole, una frequente ripetizione o una successione ininterrotta degli stessi avvenimenti, forma l'essenza della verità fisica: ciò che viene chiamato verità fisica non è dunque che una probabilità, ma è una probabilità cosí grande che equivale a una certezza. In matematica si suppone, in fisica si pone e si stabilisce: la prima è il campo delle definizioni, la seconda dei fatti; si passa di definizione in definizione nelle scienze astratte, si procede di osservazione in osservazione nelle scienze reali; nelle prime si arriva all'evidenza, nelle ultime alla certezza. La parola verità comprende l'una e l'altra e risponde, di conseguenza, a due idee diverse, il suo significato è vago e composito: non era dunque possibile definirla in generale, bisognava, come noi abbiamo fatto qui, distinguerne i generi, per formarsene un'idea chiara.

Non parlerò degli altri ordini di verità; quelle di morale, per esempio, che sono in parte reali e in parte arbitrarie, richiederebbero una lunga discussione che ci allontanerebbe dal nostro scopo, e ciò tanto maggiormente perché esse hanno per oggetto e per fine solo convenienze e probabilità.*

L'evidenza matematica e la certezza fisica sono dunque i due soli aspetti sotto i quali dobbiamo considerare la verità: allontanandoci dall'una o dall'altra, non incontreremo che verosimiglianza e probabilità. Esaminiamo dunque quali siano le 56 conoscenze evidenti e certe che possiamo avere, poi esamineremo quali conoscenze potremo acquistare solo per congettura, e infine ciò che dobbiamo ignorare.

Le conoscenze evidenti, che abbiamo o possiamo acquistare, sono tutte le proprietà, o piuttosto tutti i rapporti dei numeri, delle linee, delle superfici e di tutte le altre quantità astratte; potremo possederle in maniera piú completa via via che ci eserciteremo a risolvere nuove questioni, e in maniera piú sicura via via che ricercheremo le cause delle difficoltà. Poiché siamo noi i creatori di questa scienza, ed essa non comprende niente altro oltre ciò che noi stessi abbiamo immaginato, non può contenere né oscurità né paradossi che siano reali o impossibili, e se ne troverà sempre la soluzione esaminando attentamente i princípi supposti e ripercorrendo tutti i procedimenti fatti per giungervi; poiché le combinazioni di questi princípi e i modi di applicarli sono innumerevoli, le matematiche offrono un campo immensamente esteso di conoscenze acquisite e da acquistare, che noi saremo liberi di coltivare quando vorremo e nel quale raccoglieremo sempre la stessa ricca messe di verità.*

Ma queste verità sarebbero eternamente rimaste una pura speculazione, una semplice curiosità assolutamente inutile, se non si fossero trovati i mezzi di associarle alle verità fisiche; 57 ma prima di esaminare i vantaggi di questa unione, vediamo che cosa possiamo sperare di conoscere in questo genere.

I fenomeni, che si presentano tutti i giorni ai nostri occhi, che si susseguono e si ripetono senza interruzione ed in qualsiasi circostanza, sono il fondamento delle nostre conoscenze fisiche. Basta che una cosa avvenga sempre alla stessa maniera, perché essa diventi per noi una certezza o una verità; tutti i fatti della natura che noi abbiamo osservato, o che potremo osservare, sono altrettante verità per cui, moltiplicando le nostre osservazioni, noi potremo aumentarne il numero a nostro piacimento: la nostra scienza è limitata in questo campo solo dai confini dell'universo.

Ma quando, dopo aver ben constatato i fatti con ripetute osservazioni, dopo aver stabilito nuove verità mediante esperienze esatte, noi vogliamo cercare le ragioni di questi stessi fatti, le

cause di questi effetti, ci troviamo all'improvviso arrestati, ridotti a cercare di dedurre gli effetti da effetti piú generali, e obbligati a riconoscere che le cause ci sono e ci saranno eternamente sconosciute, perché i nostri sensi, essi stessi effetti di cause che noi non conosciamo, possono darci *solo* idee *degli effetti*, e mai delle cause; dovremo dunque limitarci a chiamare causa un effetto generale e a rinunciare a sapere piú oltre.

Questi effetti generali rappresentano per noi le vere leggi della natura; tutti i fenomeni che vedremo riferirsi a queste leggi e dipenderne, rappresenteranno altrettanti fatti spiegati, altrettante verità comprese; tutti gli altri che non potremo far risalire a loro, rimarranno semplici fatti da mettere da parte, aspettando che un maggior numero di osservazioni e una piú lunga esperienza ce ne facciano conoscere altri e ce ne rivelino la causa fisica, cioè l'effetto generale da cui derivano questi effetti particolari. Ecco dove l'unione delle due scienze, quella delle matematiche e quella della fisica, può risultare molto vantaggiosa: una dà il quanto, l'altra il come delle cose, e poiché qui si tratta di combinare e di valutare delle probabilità, per giudicare se un effetto dipende piú da una causa che da un'altra, dopo aver immaginato mediante la fisica il come, cioè dopo aver constatato che un certo effetto potrebbe dipendere da una certa causa, si applica il calcolo per stabilire il quanto di questo effetto combinato con la sua causa, e se si trova che il risultato si accorda con le osservazioni, la probabilità indovinata giusta aumenta tanto da diventare una certezza; senza questo aiuto sarebbe rimasta una semplice probabilità.

58

È tuttavia vero che questa unione di matematica e fisica può avvenire solo per un ristrettissimo numero di soggetti: perché questo si verifichi è necessario che i fenomeni, che noi cerchiamo di spiegare, siano suscettibili di venir considerati sotto forma astratta, e che per loro natura siano svuotati di quasi tutte le qualità fisiche, perché il calcolo non potrebbe essere loro applicato, se essi fossero in minima parte compositi. La piú bella e la piú riuscita applicazione, che sia mai stata fatta,

è proprio al sistema del mondo: dobbiamo riconoscere che se Newton ci avesse comunicato solo le idee fisiche del suo sistema, 59 senza averle appoggiate a precise valutazioni di carattere matematico, esse avrebbero avuto una assai minore forza. Ma ci si accorge nello stesso tempo che vi sono ben pochi soggetti altrettanto semplici, cioè altrettanto spogliati di qualità fisiche, quanto lo è questo: la distanza fra i pianeti è cosí grande da poterli considerare, gli uni rispetto agli altri, semplici punti; senza timore di ingannarsi, si può allora fare astrazione da tutte le loro qualità fisiche e prendere in considerazione solo la loro forza di attrazione; i loro movimenti sono d'altronde i piú regolari fra quelli da noi conosciuti e non subiscono nessun ritardo per la resistenza che possono incontrare. Tutto ciò concorre a rendere la spiegazione del sistema del mondo un problema di matematica, al quale non occorrerebbe che un'idea fisica, felicemente concepita, per realizzarlo: questa idea fu l'aver pensato che la forza, che fa cadere i gravi sulla superficie della terra, potrebbe essere la stessa che trattiene la luna nella sua orbita.

Ma, lo ripeto, vi sono ben pochi soggetti in fisica ai quali si possano applicare con cosí felici risultati le scienze astratte, non riesco a scorgere che l'astronomia e l'ottica alle quali esse potrebbero essere di grande utilità; l'astronomia per quelle stesse ragioni che abbiamo ora esposto, l'ottica perché, essendo la luce un corpo quasi infinitamente piccolo, i cui effetti si operano in linea retta con una velocità pressoché infinita, le sue proprietà sono quasi matematiche: la qual cosa permette di applicare ad 60 esse con un certo successo il calcolo e le misure geometriche. Non parlerò delle scienze meccaniche, perché la meccanica *razionale* è essa stessa una scienza matematica e astratta, dalla quale la meccanica pratica o arte di fare e comporre le macchine, trae un solo principio mediante il quale giudicare tutti gli effetti, facendo astrazione dagli attriti e dalle altre qualità fisiche. Cosí mi è sempre sembrato di vedere una specie di abuso nel modo di professare la fisica sperimentale, perché non è suo l'oggetto

che le si vuole assegnare. La dimostrazione degli effetti meccanici, come la forza delle leve, delle pulegge, dell'equilibrio dei solidi e dei liquidi, l'effetto dei piani inclinati, delle forze centrifughe eccetera, appartiene completamente alla matematica e poiché può essere còlta con estrema evidenza dagli occhi dello spirito, è inutile, secondo me, presentarla agli occhi del corpo. Il vero scopo della fisica è invece quello di fare esperienze su tutte le cose che non possiamo misurare col calcolo, su tutti gli effetti di cui non conosciamo ancora le cause e su tutte le proprietà di cui ignoriamo le circostanze, così solamente si giunge a nuove scoperte, mentre invece la dimostrazione degli effetti matematici ci insegnerà sempre solo ciò che già sappiamo.

Ma questo abuso non è niente a paragone degli inconvenienti nei quali si cade, quando si vuole applicare la geometria e il calcolo ad argomenti di fisica troppo complicati, ad oggetti le cui proprietà non conosciamo a sufficienza, per poter essere *61* in grado di misurarle; siamo sempre obbligati in tutti questi casi a formulare ipotesi sempre contrarie alla natura, a spogliare il soggetto della maggior parte delle sue qualità, a farne un essere astratto che non somiglia più all'essere reale, e quando si è molto ragionato e calcolato sui suoi rapporti e le sue proprietà e si è giunti a una conclusione altrettanto astratta, si crede di aver trovato qualche cosa di reale e si trasporta questo risultato ideale nel soggetto reale: di qui nascono un'infinità di false conseguenze e di errori.*

È questo il punto più delicato e più importante dello studio delle scienze: saper ben distinguere ciò che vi è di reale in un soggetto, da ciò che noi vi mettiamo di arbitrario esaminandolo; saper riconoscere chiaramente le proprietà che gli appartengono e quelle che noi gli prestiamo, mi sembra il fondamento del vero metodo per guidare il proprio spirito nelle scienze. Se si riuscirà a non perdere mai di vista questo principio, non si percorrerà una strada sbagliata, si eviterà di cadere in quei dotti errori, che tanto spesso si accettano come verità, si vedranno sparire i paradossi, le questioni insolubili delle scienze astratte,

si riconosceranno i pregiudizi e le incertezze che noi stessi portiamo nelle scienze della realtà; si riuscirebbe allora ad esser d'accordo sulla metafisica delle scienze, si smetterebbe di discutere e ci si unirebbe per procedere tutti per la stessa strada, seguendo l'esperienza, e per arrivare infine alla conoscenza di tutte le verità che sono di competenza dello spirito umano.

62 Quando i soggetti sono troppo complicati, perché si possa loro applicare con risultato il calcolo e le misure, e sono tali tutti i soggetti della storia naturale e della fisica particolare, mi sembra che il vero metodo di guidare il proprio spirito in queste ricerche, sia quello di ricorrere alle osservazioni, di riunirle, di farne delle nuove e in numero tale da darci la sicurezza della verità dei fatti principali e di applicare il metodo matematico solo per valutare le probabilità delle conseguenze che si possono trarre da questi fatti; bisogna soprattutto cercare di generalizzare i fatti e di distinguere bene quelli che sono essenziali da quelli accessori al soggetto da noi preso in esame, bisogna poi legarli insieme mediante analogie, chiarire o eliminare certi punti equivoci mediante le esperienze, costruire il proprio piano di spiegazione sulla combinazione di tutti questi rapporti che devono venire presentati secondo l'ordine piú naturale. Questo ordine può essere visto sotto due aspetti: si può risalire dagli effetti particolari a quelli piú generali, e scendere dal generale al particolare: entrambi questi procedimenti sono buoni. La scelta dell'uno piuttosto che dell'altro dipende dalla tendenza dell'autore e non dalla natura delle cose, che vengono ugualmente ben esaminate sia nell'uno che nell'altro. Daremo ora alcuni saggi di questo metodo nei seguenti Discorsi, sulla TEORIA DELLA TERRA, sulla FORMAZIONE DEI PIANETI, e sulla GENERAZIONE DEGLI ANIMALI.

# SECONDO DISCORSO

## STORIA E TEORIA DELLA TERRA

*Vidi ego, quod fuerat quondam solidissima tellus*
*Esse fretum; vidi fractas ex aequore terras;*
*Et procul a pelago conchae jacuere marinae,*
*Et vetus inventa est in montis anchora summis;*
*Quodque fuit campus, vallem decursus aquarum*
*Fecit, et eluvie mons est deductus in aequor.*

OVID. *Metam.* XV *

65

Non tratteremo qui della configurazione della Terra,[1] né del suo movimento, né dei rapporti che essa può avere all'esterno con le altre parti dell'universo: è la sua costituzione interna che noi qui ci proponiamo di esaminare insieme alla sua forma e alla materia di cui è composta.* La storia generale della Terra deve precedere la storia particolare delle sue produzioni: l'esposizione dettagliata dei fatti singoli della vita e dei costumi degli animali o della coltivazione e della vegetazione delle piante appartiene alla storia naturale forse meno dei risultati generali tratti dalle osservazioni fatte sulle differenti materie che compongono il globo terrestre, sulle altezze, le profondità e le disuguaglianze della sua forma, sul movimento dei mari, sulla direzione delle montagne, sulla giacitura delle cave, sulla rapidità e gli effetti delle correnti del mare, eccetera. Ecco che cosa è la natura nelle sue grandi linee, ed ecco quali sono le sue principali operazioni, quelle che influiscono su tutte le altre; la teoria degli effetti che ne risultano è una prima scienza dalla quale dipende la comprensione dei fenomeni particolari,

66

[1] Vedi piú oltre le Prove della teoria della Terra, art. I.

cosí come la conoscenza esatta delle sostanze terrestri. E quand'anche si volesse dare a questa parte delle scienze naturali il nome di *fisica*, non si può forse considerare storia della natura qualsiasi fisica dalla quale non si tragga un sistema? *

Quando si trattano argomenti che abbracciano campi molto vasti in cui riesce difficile stabilire dei rapporti, in cui i fatti siano in parte sconosciuti e per il resto incerti, è piú facile immaginare un sistema che dare una teoria: per questo la teoria della Terra** è sempre stata trattata in modo vago e ipotetico. Mi limiterò perciò ad accennare alle singolari idee di alcuni autori che hanno scritto intorno a questo argomento.

Uno,[1] dotato piú di originalità che di raziocinio, astronomo seguace del sistema di Newton, prendendo in esame tutti i 67 possibili accadimenti del corso e della direzione degli astri, spiega con la coda di una cometa, mediante l'aiuto di un calcolo matematico, tutti i mutamenti sopravvenuti nel globo terrestre.

Un altro,[2] teologo eterodosso, dalla testa riscaldata da visioni poetiche, crede di aver assistito alla creazione dell'universo: osando assumere un tono profetico, dopo averci detto come era la terra quando uscí dal niente, quali mutamenti il diluvio vi abbia apportato, come sia stata in passato e come è ora, ci predice come sarà, perfino dopo la distruzione del genere umano.

Un terzo,[3] migliore osservatore, a dire il vero, degli altri due sopra ricordati sebbene anch'egli altrettanto poco equilibrato nelle sue idee, immagina le viscere del globo come un immenso abisso pieno di liquido, e ne fa derivare i principali fenomeni della terra che, secondo lui, è una crosta superficiale e molto sottile, che serve di involucro alla sostanza fluida in essa racchiusa.

Tutte queste ipotesi fatte a caso, che poggiano solo su fondamenta instabili, non hanno affatto chiarito le idee, mentre

[1] Whiston. Vedi le Prove, art. 2.
[2] Burnet. Vedi le Prove, art. 3.
[3] Woodward. Vedi le Prove, art. 4.

hanno confuso i fatti: si è cosí mescolata la favola alla fisica.* Ma questi sistemi sono stati accettati solo da quanti subiscono tutto ciecamente perché incapaci di distinguere le sfumature che fanno riconoscere il verosimile, piú appagati dal meraviglioso che colpiti dal vero.

Quello che noi dobbiamo dire sulla terra sarà indubbiamente meno straordinario e potrà sembrare comune a paragone dei grandi sistemi di cui abbiamo ora parlato; si dovrebbe allora ricordare che compito dello storico è quello di descrivere e non di inventare, che egli non deve permettersi di avanzare nessuna ipotesi, e che può usare della sua immaginazione solo per connettere tra loro le osservazioni, generalizzare i fatti e formarne un insieme che presenti alla mente un ordine metodico di idee chiare e di rapporti conseguenti e verosimili; dico verosimili perché non si deve sperare di poter dare in questa materia dimostrazioni esatte: esse trovano posto solo nelle scienze matematiche, mentre le nostre conoscenze di fisica e di storia naturale dipendono dall'esperienza e si limitano a semplici induzioni.

*68*

Cominciamo dunque con l'esporre ciò che l'esperienza di tutti i tempi e le nostre proprie osservazioni ci insegnano sulla terra. Questo enorme globo ci mostra, alla sua superficie esterna, altezze e profondità, pianure, mari, paludi, fiumi, caverne, abissi, vulcani, nei quali ad un primo esame non scopriamo nessuna regolarità, nessun ordine. Se penetriamo nel suo interno, troviamo metalli, minerali, pietre, bitumi, sabbie, terre, acque e materie di ogni specie, disposte come a caso e apparentemente senza nessuna regola. Esaminando con maggiore attenzione, vediamo montagne[1] sprofondate, rocce spaccate e spezzate, contrade inghiottite, isole nuove, terreni sommersi, caverne riempite; troviamo materie pesanti poggiate spesso su materie leggere, corpi duri circondati da sostanze molli, e, mescolate insieme, cose secche, umide, calde, fredde, solide, friabili, in

*69*

[1] Vedi SEN. *Quaest.* VI. 21; STRAB. *Geogr.* I; OROS. II. 18; PLIN. *Hist. nat.* II. 19; Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1708, p. 23.

una specie di confusione che non ci presenta altro aspetto se non quello di un ammasso di rottami e di un mondo in rovina.

Eppure noi abitiamo queste rovine con un'assoluta sicurezza: le generazioni di uomini, di animali, di piante si succedono senza interruzione, la terra produce abbondantemente per la loro sussistenza, il mare ha confini e leggi ai quali i suoi movimenti sono soggetti, l'aria ha le sue correnti regolate,[1] le stagioni i loro ritorni periodici e immancabili, le gemme delle piante sono sempre sbocciate dopo i geli; a noi sembra che tutto sia disposto secondo un ordine, la terra, che poco prima era solo un caos, è ora un delizioso luogo di soggiorno, dove regna la calma e l'armonia, dove tutto è animato e guidato con una potenza e un'intelligenza che ci riempiono di ammirazione e ci innalzano fino al Creatore.

Non affrettiamoci dunque ad esprimere un giudizio su quanto di irregolare vediamo alla superficie della terra e sull'apparente disordine che si scopre al suo interno, perché ben presto ne riconosceremo l'utilità ed anche la necessità; e se vi presteremo ancora maggiore attenzione, vi scopriremo forse un ordine che non supponevamo e rapporti generali che non ci erano balzati immediatamente all'occhio. Per dire la verità, le nostre conoscenze in materia saranno sempre limitate: non conosciamo ancora l'intera superficie del globo,[2] ignoriamo in parte ciò che si trova sul fondo dei mari, ve ne sono alcuni di cui non abbiamo potuto sondare le profondità: possiamo penetrare solo nella scorza della terra e le piú grandi cavità,[3] le miniere[4] piú profonde non arrivano alla ottomillesima parte del suo diametro. Possiamo dunque giudicare soltanto dallo strato esteriore e, per cosí dire, superficiale della terra, la parte interna della sua massa ci rimane completamente sconosciuta: si sa che, a volumi

70

[1] Vedi le Prove, art. 14.
[2] Vedi le Prove, art. 6.
[3] Phil. Trans. abrigd., vol. 2, p. 323.
[4] Vedi BOYLE, *Works*, vol. 3, p. 232.

eguali, la terra pesa quattro volte piú del sole. Siamo in possesso anche del rapporto del suo peso con quello degli altri pianeti, ma si tratta solo di una valutazione relativa, mancandoci l'unità di misura, perché non conosciamo il peso reale della materia: l'interno della terra potrebbe essere vuoto o riempito da una materia mille volte piú pesante dell'oro senza aver noi alcun mezzo per accorgercene, per cui a stento possiamo formare in proposito qualche ragionevole congettura.[1]

Dobbiamo dunque limitarci ad esaminare e descrivere la superficie della terra, ed il piccolo spessore interno nel quale siamo riusciti a penetrare. La prima cosa che si presenta, è la enorme quantità d'acqua che copre la maggior parte del globo: queste acque occupano sempre le parti piú basse, mantengono sempre un livello e tendono continuamente a stabilizzarsi in uno stato di equilibrio e di riposo. Nonostante ciò, le vediamo[2] agitate da una grande forza che, nell'opporsi alla tranquillità di questo elemento, gli imprime un movimento periodico e regolato, solleva ed abbassa alternativamente i flutti e determina un dondolio della massa totale dei mari agitandoli fino alle massime profondità. Sappiamo che questo movimento si è sempre verificato e durerà tanto quanto la luna e il sole che ne sono le cause.

71

Se poi prendiamo in esame il fondo del mare, vi notiamo tante irregolarità[3] quante ve ne sono sulla superficie della terra; vi troviamo alture,[4] vallate, pianure, profondità, rocce, terreni di ogni specie; ci accorgiamo che tutte le isole non sono che le cime[5] di ampie montagne, la cui base è coperta dall'elemento liquido; vi troviamo altre cime di montagne che sono quasi a fior d'acqua, vi osserviamo correnti[6] rapide che sembrano

[1] Vedi le Prove, art. 1.
[2] Vedi le Prove, art. 12.
[3] Vedi le Prove, art. 13.
[4] Vedi la carta delle profondità dell'oceano, fra l'Africa e l'America, redatta nel 1737 dal Buache.
[5] Vedi VARENIO, *Geographia generalis*, p. 218.
[6] Vedi le Prove, art. 13.

sottrarsi al generale movimento: le vediamo[1] dirigersi talvolta costantemente nella stessa direzione, talvolta retrocedere e non superare mai i loro confini che sembrano invariabili come quelli che limitano lo scorrere tumultuoso dei fiumi della terra.
72 Là vi sono contrade soggette a frequenti temporali, dove i venti infuriati fanno esplodere la tempesta, dove il mare e il cielo, ugualmente agitati, si urtano e si confondono: qua si verificano movimenti interni, ribollimenti,[2] trombe[3] e perturbazioni anormali causate dai vulcani, la cui bocca sommersa vomita il fuoco dal seno delle onde e lancia fino alle nubi uno spesso vapore mescolato d'acqua, di zolfo e di bitume. Piú lontano scorgo voragini[4] alle quali non si ha il coraggio di avvicinarsi, perché sembrano attirare i vascelli per inghiottirli: piú oltre vaste distese sempre calme e tranquille,[5] e purtuttavia altrettanto pericolose, in cui i venti non hanno mai esercitato il loro dominio, dove l'arte stessa del navigante diventa inutile, dove bisogna restare fermi e perire. Infine, portando gli ócchi alle estremità del globo, scorgo quegli enormi ghiacci[6] che si staccano dai continenti polari e vengono, quasi montagne fluttuanti in movimento, a sciogliersi proprio nelle regioni temperate.[7]

Ecco i principali oggetti che ci offre il vasto impero del mare: migliaia di abitanti di diverse specie lo popolano in tutta la sua estensione, alcuni, coperti di scaglie sottili, ne traversano con rapidità le diverse zone, altri, carichi di una pesante conchiglia, si trascinano faticosamente e segnano lentamente la loro strada sulla sabbia; altri, ai quali la natura ha fornito delle pinne a
73 forma di ali, se ne servono per alzarsi e sostenersi nell'aria; altri

[1] Vedi VARENIO, *Geographia generalis*, p. 140. Vedi anche i Viaggi di PYRARD, p. 137.
[2] Vedi i Viaggi di SHAW, t. 2, p. 56.
[3] Vedi le Prove, art. 16.
[4] Il *malestroom* nel Mare di Norvegia.
[5] Le calme e i *tornados* del Mare Etiopico.
[6] Vedi le Prove, artt. 6 e 10.
[7] Vedi la carta della spedizione di Bouvet, redatta dal Buache nel 1739.

infine, ai quali è stato negato qualsiasi movimento, crescono e vivono attaccati alle rocce; tutti trovano in questo elemento il loro nutrimento; il fondo del mare produce abbondantemente piante, muschi, vegetazioni ancora piú strane; il suo terreno è di sabbia, di ghiaia, spesso di limo, talvolta di terra ferma, di conchiglie, di rocce e dovunque somiglia alla terra che noi abitiamo.

Viaggiamo ora sulla parte asciutta del globo: quale straordinaria differenza fra le varie regioni! Che varietà di terreni! Che ineguaglianza di livelli! Ma se la osserviamo con attenzione, ci accorgeremo che le grandi catene di montagne[1] sono piú vicine all'equatore che ai poli, che nell'antico continente esse si estendono assai piú da oriente ad occidente che da nord a sud, e che invece nel Nuovo Mondo vanno dal nord al sud molto piú che da oriente ad occidente. Ma la cosa piú notevole è che la forma di queste montagne e i loro contorni, in apparenza decisamente irregolari,[2] hanno invece direzioni costanti e corrispondenti fra di loro,[3] cosicché gli angoli sporgenti di una montagna si trovano sempre opposti agli angoli rientranti della montagna vicina che ne è separata da un vallone o da un abisso. Faccio anche notare che le colline opposte hanno sempre, con minime differenze, la stessa altezza e che in generale le montagne occupano la parte centrale dei continenti e dividono in direzione della loro maggiore lunghezza le isole, i promontori e le altre terre sporgenti sul mare.[4] Se poi seguo la direzione dei piú grandi fiumi, mi accorgo che è quasi sempre perpendicolare alla costa del mare in cui essi sfociano e che nella maggior parte dei loro corsi essi seguono piú o meno le catene di montagne[5] in cui hanno le loro sorgenti e da cui prendono la loro direzione. Esaminando poi le rive del mare,

74

[1] Vedi le Prove, art. 9.
[2] Vedi le Prove, artt. 9 e 12.
[3] Vedi Bourguet, *Lettres philosophiques sur la formation des sels*, p. 181.
[4] Vedi Varenio, *Geographia generalis*, p. 69.
[5] Vedi le Prove, art. 10.

scopro che di solito è limitato da scogli, da marmi e da altre pietre dure, oppure da terre e da sabbie accumulate dal mare stesso o portate dai fiumi, e noto che le coste vicine, separate solo da un braccio o da un piccolo tratto di mare, sono composte delle stesse materie e che gli strati di terra sono identici dall'una e dall'altra parte.[1] Noto che i vulcani[2] sono situati tutti sopra alte montagne, che ve ne è un gran numero i cui fuochi sono completamente spenti, che alcuni hanno delle corrispondenze sotterranee[3] e che le loro esplosioni avvengono talvolta contemporaneamente. Mi accorgo di una corrispondenza del tutto simile fra certi laghi e i mari vicini; qua vi sono 75 fiumi e torrenti[4] che spariscono d'un tratto e sembrano precipitare nelle viscere della terra; là vi è un mare interno in cui si incontrano moltissimi fiumi che vi portano da ogni parte un'enorme quantità d'acqua, senza aumentare mai questo lago immenso, che sembra restituire per vie sotterranee tutto ciò che riceve dalle sue rive. E continuando la mia esplorazione riconosco facilmente i paesi anticamente abitati, li distinguo dalle nuove contrade in cui il terreno appare ancora selvaggio, in cui i fiumi sono pieni di cateratte, in cui le terre sono in parte sommerse, paludose o troppo aride, in cui la distribuzione delle acque è irregolare e boschi incolti coprono la superficie di terreni che potrebbero produrre.

Entrando in maggiori particolari, noto come il primo strato[5] che copre il globo sia dappertutto di una stessa sostanza che serve a far crescere e a nutrire i vegetali e gli animali: essa stessa del resto non è che un composto di parti animali e vegetali distrutte o piuttosto ridotte in piccole particelle nelle quali non si può piú riconoscere la precedente organizzazione. Penetrando piú a fondo, trovo la vera terra, vedo strati di sabbia, di pietre

[1] Vedi le Prove, art. 7.
[2] Vedi le Prove, art. 16.
[3] Vedi Kircher, *Mundus subterraneus*, prefazione.
[4] Vedi Varenio, *Geographia generalis*, p. 43.
[5] Vedi le Prove, art. 7.

in calce, di argilla, di conchiglie, di marmi, di ghiaia, di creta, di gesso eccetera e noto che questi strati[1] sono sempre posti parallelamente gli uni sopra gli altri[2] e che ciascuno strato ha lo stesso spessore in tutta la sua estensione: mi accorgo che le stesse materie si trovano allo stesso livello nelle colline vicine *76* anche se esse sono separate da spazi profondi e piuttosto larghi. Osservo che in tutti gli strati di terra,[3] anche in quelli piú solidi, per esempio nelle rocce, nelle cave di marmo e di pietra, vi sono delle fenditure perpendicolari all'orizzonte, come se, sia in quelle piú grandi, sia nelle piú piccole, si applicasse una specie di regola che la natura segue costantemente. Vedo inoltre che nell'interno della terra, sulla cima dei monti[4] e nei luoghi piú lontani dal mare, si trovano conchiglie, scheletri di pesci di mare, piante marine eccetera, che sono del tutto simili alle conchiglie, ai pesci, alle piante attualmente viventi in fondo al mare e che in effetti si tratta indubbiamente delle stesse conchiglie, degli stessi pesci, delle stesse piante marine. Noto che queste conchiglie pietrificate sono in straordinaria quantità, che si trovano in un'infinità di luoghi, che sono racchiuse all'interno di rocce e di altri blocchi di marmo e di pietra dura, cosí come nelle crete e in altre specie di terra, e che non solo vi sono racchiuse, ma vi sono anche incorporate, pietrificate e riempite della stessa sostanza che le circonda. Infine mi sono convinto, dopo ripetute osservazioni, che i marmi, le pietre, le crete, le marne, le argille, le sabbie, e quasi tutte le materie terrestri sono ripiene di conchiglie[5] e di altri detriti del mare e che questo fatto si verifica in tutta la terra, *77* almeno in tutti i luoghi in cui si sono potute fare precise osservazioni.

Stabilito tutto ciò, ragioniamo.

[1] Vedi le prove, art. 7.
[2] Vedi Woodward, p. 41, ecc.
[3] Vedi le Prove, art. 8.
[4] Vedi le Prove, art. 8.
[5] Vedi Stenone, Woodward, Ray, Bourguet, Scheuchzer, e Philosophical Transactions, Mémoires de l'Académie, ecc.

I cambiamenti sopraggiunti al globo terrestre da due e anche tremila anni, sono ben poco considerevoli a paragone delle rivoluzioni che dovettero avvenire nei primi tempi, subito dopo la creazione: infatti è facile stabilire che la superficie terrestre doveva essere all'inizio molto meno solida di quanto non lo è divenuta in seguito, dal momento che tutte le sostanze terrestri hanno acquistato solidità solo per l'azione continua della gravità e delle altre forze che avvicinano e riuniscono le particelle della materia; perciò le stesse cause che producono oggi nello spazio di piú secoli cambiamenti pressoché insensibili, dovevano allora causare spaventose rivoluzioni in un piccolo numero di anni. In effetti sembra certo che la terra, attualmente asciutta e abitata, sia stata in altri tempi sotto le acque del mare e che queste acque superassero le cime delle montagne piú alte: lo dimostra il ritrovamento sulle montagne, fin sulle loro cime, di produzioni marine e di conchiglie,* che, paragonate alle conchiglie viventi, risultano eguali, senza nessun dubbio sulla loro perfetta rassomiglianza né sull'identità della loro specie. Sembra anche che le acque del mare abbiano dimorato per parecchio tempo su questa terra, poiché si trovano in vari luoghi banchi di conchiglie talmente estesi da far ritenere impossibile che un cosí gran numero di animali[1] siano vissuti tutti insieme nello stesso tempo. La stessa cosa sembra anche dimostrare che, quantunque le materie componenti la superficie della terra fossero allora in uno stato di mollezza che le rendeva suscettibili di essere facilmente divise, rimosse e trasportate dalle acque su tutte le parti della terra, questi movimenti non sono avvenuti d'un tratto, ma successivamente e a gradi, e poiché si trovano talvolta produzioni del mare fino a mille e duecento piedi di profondità, sembra che un cosí rilevante spessore di terra o di pietra si sia formato nel corso di molti anni. A chi volesse avanzare l'ipotesi che sia stato il diluvio universale a strappare dal fondo dei mari tutte le conchiglie marine che sarebbero state poi trasportate su tutte le parti della terra, si potrebbe far notare,

78

[1] Vedi le Prove, art. 8.

oltre la difficoltà di stabilire la verità di questa supposizione,[1] anche la necessità di supporre che i marmi e le rocce delle piú alte montagne, in cui quelle conchiglie si trovano incorporate e pietrificate, si siano tutti formati nello stesso tempo e precisamente al momento del diluvio: prima di questa grande rivoluzione non vi sarebbero allora stati sul globo terrestre né montagne, né marmi, né rocce, né crete, né alcun'altra materia simile a quelle che conosciamo, contenenti quasi tutte conchiglie ed altri detriti di produzioni marine. D'altra parte la superficie della terra doveva avere ormai acquistato al tempo del diluvio un notevole grado di solidità, poiché la gravità aveva già esercitato la sua azione sulle materie che la componevano per piú di sedici secoli: sembra dunque impossibile che le acque del diluvio abbiano potuto sconvolgere la terra alla superficie del globo, arrivando a cosí grandi profondità, in quel breve periodo di tempo che durò l'inondazione universale.

79

Ma senza insistere piú a lungo su questo punto che sarà discusso in seguito, mi atterrò ora a quanto è stato sempre osservato e ai fatti che sono certi. Non si può porre in dubbio che le acque del mare abbiano dimorato sulla superficie della terra da noi abitata, e che di conseguenza proprio questa superficie del nostro continente non sia stata per qualche tempo il fondo di un mare, nel quale tutto avveniva come tutto avviene attualmente nel mare d'oggi. D'altra parte, poiché gli strati delle differenti materie che compongono la terra, sono posti, come abbiamo già notato,[2] parallelamente e a livello, ne risulta con evidenza che questa posizione è opera delle acque che hanno ammassato e accumulato a poco a poco queste materie e hanno loro dato la posizione che la stessa acqua prende sempre, cioè quella posizione orizzontale che notiamo quasi dappertutto: nelle pianure infatti gli strati sono esattamente orizzontali e solo nelle montagne essi risultano inclinati come fossero stati

[1] Vedi le Prove, art. 5.
[2] Vedi le Prove, art. 7.

formati da sedimenti poggiati su di una base inclinata, cioè su di un terreno scosceso. Ne concludo che questi strati sono stati formati a poco a poco, e non all'improvviso per una qualsiasi
80 rivoluzione, opinione confermata anche dal frequente ritrovamento di strati di materia piú pesante, depositati su strati di materia piú leggera, cose che non si sarebbero potute verificare se, come vogliono certi autori, tutte queste materie[1] disciolte e mescolate contemporaneamente nell'acqua, fossero in seguito precipitate in fondo a questo elemento: esse avrebbero in tal caso tutt'altra composizione da quella esistente, perché sarebbero state le materie piú pesanti a precipitare per prime nelle parti piú basse e ciascuna si sarebbe depositata secondo la sua gravità specifica, nell'ordine relativo alla loro pesantezza particolare e noi non troveremmo rocce massicce sopra leggere sabbie, né carboni fossili sotto le argille, argille sotto i marmi e metalli sopra le sabbie.*

Una cosa alla quale dobbiamo ancora prestare attenzione, e che viene a confermare quanto abbiamo or ora detto sulla formazione degli strati mediante il movimento e i sedimenti delle acque, è il fatto che tutte le altre cause di rivoluzione o trasformazione del globo non riescono a produrre gli stessi effetti. Le montagne piú alte sono composte di strati paralleli, proprio come le piú basse pianure: non si può di conseguenza attribuire l'origine e la formazione delle montagne a scosse e a terremoti non piú di quanto la si possa attribuire ai vulcani. Sarebbe facile provare che se talvolta si vengono a formare piccole alture[2] prodotte dai moti convulsivi della terra, esse non sono formate da strati paralleli, le materie che le costituiscono
81 non hanno internamente nessun legame, né alcuna disposizione regolare, e che infine queste piccole colline, formate dai vulcani, non offrono agli occhi di chi le guardi che il disordine di un mucchio di materia gettata alla rinfusa; invece questa specie di organizzazione della terra che scopriamo dappertutto,

[1] Vedi le Prove, art. 4.
[2] Vedi le Prove, art. 17.

questa disposizione orizzontale e parallela degli strati, non può derivare che da una causa costante e da un movimento regolato e diretto sempre alla stessa maniera.

Abbiamo dunque accertato con osservazioni esatte, ripetute e poggiate a fatti incontestabili, che la parte asciutta del globo da noi abitato, è stata per lungo tempo sotto le acque del mare: * di conseguenza essa ha subíto per tutto quel periodo di tempo gli stessi movimenti, gli stessi cambiamenti che subiscono attualmente le terre coperte dal mare. Se dunque la nostra terra è stata un fondo marino, per scoprire cosa è accaduto in altri tempi su di essa ci basterà osservare quello che avviene oggi sul fondo del mare: ne trarremo delle ragionevoli induzioni sulla forma esterna e la composizione interna delle terre che noi abitiamo.

Ricordiamoci dunque che il mare ha avuto sempre, da quando cioè è stato creato, un movimento di flusso e riflusso determinato soprattutto dalla luna, e che questo movimento, in grado di sollevare e abbassare nelle ventiquattro ore, per due volte, le acque, si verifica con maggior forza sotto l'equatore che non nelle altre zone del globo terrestre. Ricordiamoci anche che la terra si muove velocemente intorno al suo asse e, di conseguenza, è dotata di una forza centrifuga maggiore all'equatore che non in tutte le altre parti del globo; che questo solo, indipendentemente dalle osservazioni e dalle misurazioni che vengono effettuate, ci prova che essa non è perfettamente sferica, ma piú sollevata all'equatore di quanto non lo sia ai poli. Concludiamo da queste prime osservazioni che, quand'anche si supponesse la terra perfettamente rotonda in ogni sua parte nell'istante in cui uscí dalle mani del Creatore, supposizione gratuita che tradirebbe la ristrettezza delle nostre idee, il suo movimento diurno e quello del flusso e del riflusso sarebbero bastati a sollevare a poco a poco le zone dell'equatore trascinandovi successivamente i limi, le terre e le conchiglie eccetera.* Le piú grandi ineguaglianze del globo devono trovarsi, e in effetti si trovano, vicine all'equatore; e poiché questo movimento di flusso e riflusso[1]

82

[1] Vedi le Prove, art. 12.

si effettua ogni giorno alternativamente e senza interruzione, è del tutto naturale immaginare che, ogni volta, le acque trascinano da una parte all'altra una piccola quantità di materia che ricade poi, quale sedimento, in fondo all'acqua, e forma quegli strati paralleli e orizzontali che si trovano ovunque: considerando infatti che la massa delle acque, nell'alta e nella bassa marea, si muove in senso orizzontale, le materie trascinate hanno necessariamente seguito la stessa direzione e si sono tutte disposte parallelamente le une alle altre e a livello.

Ma si potrà osservare che, se il movimento dell'alta e della bassa marea è un eguale ondeggiamento delle acque, una specie di oscillazione regolare, non si capisce perché non si avrebbe una compensazione: le materie portate dall'alta marea dovrebbero essere portate via da quella bassa; verrebbe cosí a sparire la causa della formazione degli strati e il fondo del mare rimarrebbe sempre lo stesso, perché l'alta marea distruggerebbe gli effetti della bassa marea e nessuna delle due potrebbe determinare nessun movimento, nessuna alterazione sensibile nel fondo del mare e ancora meno cambiarne la primitiva forma, producendovi alture e ineguaglianze.

83

A ciò rispondo che l'ondeggiamento delle acque non è affatto eguale, dal momento che produce un movimento continuo del mare da oriente verso occidente; che, inoltre, l'agitazione determinata dai venti si oppone a un equilibrio dell'azione del flusso e del riflusso e che da tutti i movimenti di cui il mare è suscettibile, risulteranno sempre degli spostamenti di terra e la formazione, in determinati luoghi, di depositi di materia, che saranno sempre composti di strati paralleli e orizzontali, perché, quali che siano le combinazioni dei movimenti del mare, esse tendono sempre a trasportare le terre e a porle orizzontalmente le une sulle altre nei luoghi in cui le lasciano cadere sotto forma di sedimento. Ma è ancor piú facile rispondere a questa obiezione indicando un fatto, e cioè che in tutte le rive del mare da cui si osservi il fenomeno dell'alta e della bassa marea, in tutte le coste che lo limitano, si può constatare che l'alta marea

porta una infinità di cose che la bassa marea non riporta via, che vi sono terreni coperti insensibilmente dal mare[1] ed altri lasciati scoperti dopo che vi sono state trasportate terre, sabbie, conchiglie eccetera depostevi dall'acqua che assumono, del tutto *84* naturalmente, una posizione orizzontale, e che tutte queste materie, accumulatesi col passar del tempo ed innalzatesi fino ad una certa altezza, si trovano a poco a poco fuori della portata delle acque e restano poi sempre sotto forma di terra ferma, venendo così a far parte dei continenti terrestri.

Ma per non lasciare alcun dubbio su questo importante punto, esaminiamo da vicino se sia possibile o no la formazione di una montagna sul fondo del mare mediante il movimento ed il sedimento lasciato dalle acque. Nessuno può negare che su di una costa, contro la quale il mare eserciti la sua violenza quando è agitato dalla marea, questi sforzi ripetuti non producano qualche cambiamento e che le acque non stacchino ogni volta una piccola parte della terra che la costituisce; e quand'anche essa fosse limitata da rocce, si sa che l'acqua le consuma a poco a poco[2] staccandone e portandone via piccole parti, ogni volta che l'onda si ritira dopo essersi frantumata. Queste particelle di pietra o di terra saranno necessariamente trasportate dalle acque fino a una certa distanza, e fino a quei punti in cui il movimento delle acque, subendo un rallentamento, le abbandonerà al loro peso: esse precipiteranno allora in fondo all'acqua sotto forma di sedimento e là formeranno un primo strato orizzontale o inclinato, secondo la posizione della superficie del terreno sul quale cade questo primo strato, che verrà ben presto coperto *85* da un altro simile, prodotto dalla stessa causa. Così, insensibilmente, si formerà in questo punto un deposito considerevole di materia, i cui strati si saranno depositati parallelamente gli uni sugli altri; questo ammasso aumenterà sempre per i nuovi sedimenti che le acque vi trasporteranno e a poco a poco, col passar del tempo, si formerà in fondo al mare un'elevazione,

[1] Vedi le Prove, art. 19.
[2] Vedi i Viaggi di SHAW, vol. 2, p. 69.

una montagna che sarà del tutto simile, sia nella composizione interna sia nella forma esterna, alle alture ed alle montagne che noi vediamo sopra la terra. Se vi sono conchiglie in quel punto del fondo del mare in cui supponiamo si sia formato il nostro deposito, i sedimenti le copriranno e le riempiranno: esse allora risulteranno incorporate negli strati di questa materia depositata, faranno parte delle masse formate da tali depositi, e saranno ritrovate nella posizione che avranno preso quando sono cadute, o nello stato in cui erano quando sono state incorporate: infatti quelle che in questo processo si saranno trovate in fondo al mare, quando i primi strati vi si saranno depositati, si troveranno nello strato piú basso, e quelle che vi saranno cadute piú tardi si troveranno negli strati piú alti.

Egualmente, quando il fondo del mare sarà mosso dall'agitarsi delle acque, si verificheranno necessariamente spostamenti di terra, di limo, di conchiglie e di altre materie in luoghi in 86 cui esse si depositeranno sotto forma di sedimento. Dai palombari[1] siamo venuti a sapere con certezza che alle profondità cui essi riescono ad arrivare, circa venti braccia, il fondo del mare è cosí mosso che la terra si mescola all'acqua facendola, di conseguenza, diventare torbida, e che il movimento delle acque trascina il limo e le conchiglie a distanze considerevoli. In tutti i punti del mare in cui è stato possibile discendere, si sono constatati spostamenti di terra e di conchiglie che finiscono per cadere da qualche parte e formare, depositandosi, strati paralleli ed alture composte proprio come le nostre montagne. Cosí a produrre ineguaglianze sul fondo del mare saranno le maree, i venti, le correnti e tutti i movimenti delle acque, perché tutte queste cause distaccano dal fondo e dalle coste del mare materie destinate a precipitare in seguito sotto forma di sedimenti.

E non si deve credere che questi spostamenti di materie non si verifichino a distanze notevoli; infatti vediamo arrivare conti-

[1] Vedi Boyle, *Works*, vol. 3, p. 232.

nuamente sulle nostre coste semi ed altre produzioni delle Indie Orientali e di quelle Occidentali.[1] Si potrebbe obiettare che queste sostanze sono specificamente piú leggere dell'acqua, mentre le materie di cui parliamo noi sono piú pesanti: ma, poiché vengono ridotte ad una polvere impalpabile esse resteranno sospese per assai lungo tempo nell'acqua tanto da essere trasportate a grandi distanze.

Chi sostiene che a grandi profondità il mare non è mosso, non si è accorto che l'alta e la bassa marea scuotono e agitano insieme tutta la massa delle acque, e che se il globo fosse completamente liquido, si produrrebbe agitazione e movimento fino al suo centro; e non ha notato che a causare il flusso e riflusso è una forza penetrante, la cui azione si esercita su tutte le parti proporzionalmente alla loro massa, che sarebbe possibile misurare e determinare col calcolo l'intensità di questa azione su di un liquido a diverse profondità e che, per concludere, questa opinione non può essere confutata, se non chiudendo gli occhi di fronte all'evidenza del ragionamento e alla certezza offerta dalle osservazioni. 87

Posso dunque legittimamente supporre che sono l'alta e la bassa marea, i venti e tutte le altre cause che agitano il mare, a produrre sul suo fondo, mediante il moto comunicato alle acque, alture ed ineguaglianze, costituite sempre da strati orizzontali o egualmente inclinati. Queste alture potranno col tempo aumentare considerevolmente e diventare colline che per una lunga estensione di terreno verranno a disporsi in una stessa direzione, come le onde che le hanno prodotte, e formeranno a poco a poco una catena di montagne. Questi monti, una volta formati, saranno di ostacolo all'uniformità del movimento delle acque; si avranno cosí movimenti particolari nel movimento generale del mare. Fra due montagne vicine si verrà necessariamente a formare una corrente[2] che seguirà la loro comune

[1] In modo particolare sulle coste della Scozia e dell'Islanda. Vedi RAY, *Discourses*.

[2] Vedi le Prove, art. 13.

88 direzione, e scorrerà come scorrono i fiumi della terra, costituendo un canale i cui angoli saranno alternativamente opposti in tutta l'estensione del suo percorso. Queste alture, formatesi sulla superficie del fondo, potranno aumentare sempre piú: infatti le acque aventi il solo movimento della marea depositeranno sulla cima il solito sedimento, mentre quelle che seguiranno la corrente, trascineranno lontano le parti depositatesi tra le due alture e contemporaneamente scaveranno ai loro piedi un vallone, i cui angoli saranno tutti corrispondenti. Cosí, per l'effetto di questi due movimenti e di questi depositi, ben presto il fondo del mare sarà solcato, attraversato da colline e da catene di monti, disseminato di ineguaglianze, proprio quelle che noi via via scopriamo oggi. A poco a poco le materie molli di cui all'inizio le cime erano composte, si saranno indurite per il loro proprio peso: alcune, formate di parti puramente argillose, hanno prodotto quelle colline di argilla che si ritrovano in tanti posti; altre, composte di parti sabbiose e cristalline, hanno formato quegli enormi ammassi di rocce e di selci da cui si estraggono il cristallo e le pietre preziose; altre, formate di parti pietrose mescolate a conchiglie, hanno originato letti di pietre e di marmi in cui oggi ritroviamo quelle conchiglie, altre infine, composte da una materia ancor piú *conchigliacea* e terrosa, hanno prodotto le marne, le crete e la terra; tutte sono disposte a forma di letto, tutte contengono sostanze eterogenee, in esse si trovano particolarmente abbondanti i detriti delle
89 produzioni marine, e, in rapporto al loro peso, le conchiglie piú leggere vengono racchiuse nelle crete, le piú pesanti nelle argille e nelle pietre, e si riempiono della stessa materia di quelle pietre, e di quelle terre che le racchiudono, prova inconfutabile che furono trasportate insieme alla materia che adesso le circonda e le riempie, allora ridotta in particelle impalpabili. Infine tutte queste materie la cui disposizione è stata determinata dal livello delle acque del mare, conservano ancora oggi la loro originaria posizione.

Ci potrà venire obiettato che la maggior parte delle mon-

tagne e delle colline le cui cime sono di roccia, di pietra o di marmo, hanno per base materie piú leggere: di solito accumuli di argilla dura e solida, o strati di sabbia che si ritrovano nelle pianure vicine anche per assai lunghi tratti, e ci verrà chiesto come mai questi marmi e queste rocce si siano trovate al di sopra di queste sabbie e di queste argille Mi sembra che la cosa può essere spiegata assai naturalmente: l'acqua avrà trasportato all'inizio l'argilla o la sabbia che avrà formato il primo strato delle coste o del fondo del mare, per cui si sarà prodotta alla base un'altura composta da tutta questa sabbia o da tutta questa argilla ammucchiata; ad essere poi staccate e trasportate dall'acqua sopra di essa, dopo essere state ridotte in polvere impalpabile, saranno state le materie piú dure e pesanti che si trovavano sotto le altre e sarà stata questa polvere di pietra a formare le rocce e le cave che troviamo sopra le colline. È facile concluderne che un tempo queste materie piú pesanti si trovavano sotto le altre, mentre oggi le scopriamo sopra perché furono portate via e trasportate per ultime dal movimento delle acque.

*90*

A conferma di quello che abbiamo detto, esaminiamo, ancora piú particolareggiatamente, la posizione delle materie che compongono questo primo spessore del globo terrestre, il solo che conosciamo. Le cave sono formate di diversi letti o strati quasi tutti orizzontali o egualmente inclinati; quelle che poggiano su argille o su basi formate da altre materie solide, risultano assai livellate, soprattutto nelle pianure. Le cave in cui si trovano qua e là le selci e le arenarie, hanno in verità posizioni meno regolari, quantunque l'uniformità della natura continui a mostrarvisi; infatti la posizione orizzontale o sempre egualmente inclinata degli strati continua a ritrovarsi nelle cave di roccia viva ed in quelle di arenaria in grandi masse, mentre non si mantiene, interrompendosi, solo nelle cave di selce e di arenaria in piccole masse della cui formazione, posteriore a quella di tutte le altre materie, tratteremo; la roccia viva, la sabbia vetrificabile, le argille, i marmi, le pietre calcinabili, le crete,

le marne son tutte disposte a strati paralleli sempre orizzontali o egualmente inclinati. Si riconosce facilmente la prima formazione degli strati esattamente orizzontali e molto sottili di queste materie che giacciono le une sulle altre come i fogli di un libro; orizzontali od egualmente inclinati sono anche tutti gli strati di sabbia, di argilla molle, di argilla dura, di creta, di conchiglie. Gli spessori degli strati sono sempre gli stessi in tutta la loro estensione, che occupa spesso uno spazio di varie leghe, forse piú di quanto possiamo immaginare: ce ne accorgeremmo ad un'accurata osservazione. Per concludere, tutte le materie che compongono il primo spessore del globo, sono disposte a questo modo: da qualsiasi parte si scavi, si troveranno sempre strati e ci si convincerà con i propri occhi della verità di quello che ho finora detto.

91

Bisogna eccettuare, sotto certi aspetti, gli strati di sabbia o di ghiaia trascinata, dalla cima giú per il pendio delle montagne, dalle acque: queste vene di sabbia si trovano talvolta nelle pianure dove si estendono anche per lunghi tratti, di solito sotto il primo strato di terra coltivabile; e nei luoghi piú pianeggianti sono orizzontali come gli strati piú vecchi e piú interni, ma ai piedi o sul dorso delle montagne questi strati di sabbia sono molto inclinati e seguono la pendenza del monte lungo il quale essi sono scorsi: i fiumi ed i ruscelli hanno formato questi strati, e poiché spesso hanno mutato letto nelle pianure, hanno trascinato e depositato dappertutto queste sabbie e queste argille. Un piccolo ruscello, scorrendo da alture vicine, basta, col tempo, a stendere uno strato di sabbia o di ghiaia su tutta la superficie di una vallata per quanto vasta essa possa essere, e ho spesso osservato in una campagna, circondata da colline, la cui base è di argilla come lo è il primo strato della pianura, che a monte di un ruscello l'argilla si trova immediatamente sotto la terra coltivata, mentre a valle, prima di arrivare all'argilla, si trova uno strato di sabbia dello spessore di circa un piede, estendentesi per un lungo tratto. Questi strati, prodotti dai fiumi e dalle altre acque correnti, non appartengono

92

all'antica formazione e si riconoscono facilmente sia per la mutevolezza del loro spessore che varia a differenza di quello degli strati antichi, sia per le loro frequenti interruzioni e infine per la loro stessa materia, perché ci si accorge facilmente che essa è stata lavata, rotolata e arrotondata. Si può dire la stessa cosa degli strati di torba e di vegetali putrefatti che si trovano al di sotto del primo strato di terra, nei terreni paludosi: non sono antichi e sono stati prodotti dall'interramento successivo degli alberi e delle piante che, a poco a poco, hanno riempito queste paludi. La stessa cosa si può ripetere per quegli strati limacciosi che l'inondazione dei fiumi ha formato in varie regioni: tutti questi terreni sono stati recentemente prodotti dalle acque correnti o stagnanti e non seguono una pendenza regolare, né giacciono orizzontalmente con la precisione che contraddistingue gli strati anticamente prodotti dal movimento regolare delle onde del mare. Negli strati che i fiumi hanno formato, si trovano conchiglie fluviali, mentre scarse sono quelle marine, e quel poco che vi si trova, è spezzato, spostato, isolato, mentre negli strati antichi le conchiglie marine si trovano in grande quantità e non vi si trovano invece quelle di fiume: le conchiglie di origine marina vi sono ben conservate e sono tutte situate alla stessa maniera, come se fossero state trasportate e depositate, nel medesimo tempo, dalla stessa causa. Perché dunque non si trovano le materie ammucchiate irregolarmente, invece di trovarle a strati? Perché i marmi, le pietre dure, le crete, le argille, i gessi, le argille calcaree, eccetera, non sono dispersi o riuniti a strati irregolari o verticali? Perché le materie pesanti non sempre sono sotto le piú leggere? È facile accorgersi che questa uniformità della natura, questa specie di organizzazione della terra, questa unione di differenti materie a strati paralleli e a letti, senza che vi sia una relazione col loro peso, ha potuto essere prodotta solo da una causa potente e costante quale può essere l'agitazione delle acque del mare, sia per il movimento regolare dei venti, sia per quello delle alte e basse maree eccetera.

93

Queste cause agiscono con maggior forza all'equatore che in altre regioni, perché i venti vi sono piú costanti e le maree piú violente che non in qualsiasi altro luogo; cosí le piú grandi catene di montagne sono vicine all'equatore; le piú alte montagne che si conoscono sono infatti quelle dell'Africa e del Perú, che, dopo aver traversato continenti interi, si estendono ancora
94 a distanze molto considerevoli sotto le acque dell'oceano. Le montagne dell'Europa e dell'Asia che si estendono dalla Spagna fino alla Cina, non sono elevate quanto quelle dell'America Meridionale e dell'Africa. Le montagne del nord non sono, al dire dei viaggiatori, che colline a paragone di quelle dei paesi meridionali; inoltre le isole sono assai scarse nei mari settentrionali, mentre sono in numero straordinario nella zona torrida, e poiché un'isola non è che la cima di una montagna, è chiaro che la superficie della terra ha molte piú ineguaglianze verso l'equatore che non verso il nord.

Il generale movimento del flusso e del riflusso ha dunque prodotto le piú grandi montagne: nell'antico continente esse si trovano disposte da occidente a oriente, nel nuovo, dove le catene di monti hanno una grande estensione, da nord a sud; l'origine di tutte le altre montagne deve essere attribuita ai particolari movimenti delle correnti, dei venti e a tutti gli altri moti irregolari del mare. Essi sono stati probabilmente prodotti dalla combinazione di tutti questi movimenti, i cui effetti devono evidentemente variare all'infinito, se i venti, la differente posizione delle isole e delle coste hanno alterato, in ogni tempo e in tutti i sensi possibili, la direzione del flusso e del riflusso delle acque. Cosí non è affatto strano che sulla terra si trovino montagne di notevole altezza, aventi le piú diverse direzioni. Ma per lo scopo che ci proponiamo, è sufficiente aver dimostrato che le montagne
95 non sono state disseminate a caso e che non sono state prodotte da terremoti o da altre cause accidentali, ma che sono un effetto scaturito dall'ordine generale della natura, allo stesso modo della particolare specie di organizzazione che è loro propria, e della disposizione delle diverse materie che le compongono.*

Ma come è possibile che questa terra da noi abitata, abitata dai nostri antenati, come da noi, divenuta da tempo immemorabile una terraferma e lontana dai mari, sia stata un tempo un fondo di mare, mentre ora è al di sopra di tutte le acque, nettamente separata da esse? Perché le acque del mare non sono rimaste su questa terra, dopo che vi erano restate per tanto tempo? Per quale accidente, per quale causa ha potuto verificarsi sul globo un simile cambiamento? È possibile concepirne una cosí potente, da produrre un simile effetto?

Si tratta di questioni difficili a risolvere, ma poiché i fatti sono certi, il modo in cui sono avvenuti può restare sconosciuto senza pregiudizio alcuno per il giudizio che noi dobbiamo averne. Se tuttavia vogliamo riflettervi attentamente, potremo trovare, per induzione, ragioni plausibilissime di questi cambiamenti.[1] Noi vediamo come il mare guadagna continuamente terreno su certe coste, mentre ne perde in altre; sappiamo che l'oceano ha un movimento generale e continuo da oriente a occidente; udiamo da lontano i terribili assalti che il mare conduce contro le terre basse e contro le rocce che lo limitano; sappiamo di province intere dove si è obbligati a opporgli dighe, che tutta l'industria umana dura molta fatica a sorreggere contro l'infuriare dei flutti; abbiamo esempi di paesi recentemente sommersi e di straripamenti che avvengono regolarmente; la storia ci parla di inondazioni ancora piú grandi e di diluvi: tutto ciò non deve convincerci a credere che, in effetti, sono sopraggiunte grandi rivoluzioni sulla superficie della terra, e che il mare ha potuto abbandonare o lasciare allo scoperto la maggior parte delle terre, che in altri tempi occupava? Per esempio, se noi ci abbandoniamo, per un istante, a supporre che il Continente Antico ed il Nuovo non ne formavano, in altri tempi, che uno solo, e che per un violento terremoto l'antica Atlantide di Platone sia affondata, ne concludiamo necessariamente, che il mare avrà straripato da tutte le parti per formare l'Oceano Atlantico ed avrà quindi lasciato allo scoperto vasti continenti

[1] Vedi le Prove, art. 19.

che sono forse proprio quelli da noi abitati. Questo cambiamento potrebbe dunque essersi verificato tutto ad un tratto per l'affondamento di qualche vasta caverna all'interno del globo ed aver prodotto, di conseguenza, un diluvio universale, ma potrebbe anche non essere avvenuto d'un tratto; forse è stato necessario molto tempo perché si verificasse, ma infine è sopravvenuto, e io credo che sia sopravvenuto del tutto naturalmente: ché per avere un'idea di quanto è avvenuto un tempo ed anche di ciò che avverrà in futuro, basta osservare ciò che avviene ora. È ormai certo, secondo quanto hanno potuto ripetutamente constatare tutti i viaggiatori,[1] che l'oceano ha un moto costante da oriente a occidente, moto che si fa sentire non soltanto nella zona dei tropici come quello del vento dell'est, ma anche in tutta quella parte delle zone temperate e fredde in cui si è navigato. Da questa costante osservazione si conclude che il Mar Pacifico esercita una continua pressione sulle coste della Tartaria, della Cina e dell'India, che l'Oceano Indiano fa pressione sulla costa orientale dell'Africa e l'Oceano Atlantico su tutte le coste orientali dell'America: cosí il mare ha guadagnato e guadagna sempre terreno sulle coste orientali e ne perde sulle occidentali. Questo solo basterà a dimostrare la possibilità di un siffatto cambiamento della terra in mare e del mare in terra; e se è vero che esso si è operato attraverso questo movimento delle acque da oriente a occidente, come sembra molto probabile, non si può presumere, con una certa verosimiglianza, che la parte piú antica del mondo sia l'Asia e tutto il continente orientale, mentre l'Europa e una parte dell'Africa e soprattutto le coste occidentali di questi continenti, cioè l'Inghilterra, la Francia, la Spagna, la Mauritania eccetera siano terre piú recenti? La storia sembra a tal proposito trovarsi d'accordo con la fisica e dare una conferma a questa ipotesi che non è priva di fondamento.

Ma vi sono molte altre cause che concorrono, insieme al movimento continuo del mare da oriente ad occidente, a produrre

[1] Vedi Varenio, *Geographia generalis*, p. 119.

l'effetto di cui stiamo parlando. Quante terre vi sono piú basse del livello del mare, difese solo da un istmo, da un banco di roccia o da dighe ancor piú deboli! La pressione delle acque distruggerà a poco a poco queste barriere e allora questi paesi verranno sommersi. E poi, non sappiamo che le montagne[1] si abbassano continuamente a causa delle piogge, che ne staccano parti di terreno trascinandole a valle? Non sappiamo forse che i ruscelli fanno rotolare le terre delle pianure e delle montagne nei fiumi che, a loro volta, portano questa terra superflua al mare? Cosí, a poco a poco, il fondo del mare si riempie, la superficie dei continenti si abbassa e si livella, ed è solo questione di tempo, perché il mare prenda a poco a poco il posto della terra.

98

Non parlo di quelle cause remote che non tanto si prevedono quanto si indovinano, di quelle scosse della natura, il cui minimo effetto costituirebbe una catastrofe per il mondo, cioè la caduta o l'avvicinarsi di una cometa, un eclissi di luna, l'apparizione di un nuovo pianeta, eccetera; si tratta di supposizioni in base alle quali è facile dar libero gioco alla propria immaginazione; simili cause riescono a produrre tutto quello che uno vuole e da una sola di queste ipotesi si possono intrecciare mille romanzi di fisica, romanzi intitolati dai loro autori *Teoria della Terra*. Come storici ci rifiutiamo a queste vuote speculazioni; esse si imperniano su possibilità che, per tradursi in atto, suppongono un capovolgimento dell'universo, in seno al quale il nostro globo, punto di materia vagante, sfugge ai nostri occhi, perché non è piú un oggetto degno della nostra attenzione. Per riuscire ad appuntare i nostri sguardi, bisogna invece prenderlo cosí com'è, osservarne tutte le parti e, procedendo per induzione, passare dal presente al passato. Cause il cui effetto sia raro, violento e improvviso, non devono sfiorarci, perché non appartengono al cammino consueto della natura; i fenomeni di tutti i giorni, i movimenti che si succedono e si rinnovano senza interruzione, le operazioni costanti e sempre ripetute,

99

[1] Vedi Ray, *Discourses*, p. 226; la Storia naturale di Stafford di Plot, ecc.

queste sono le cause e le ragioni che noi dobbiamo prendere in considerazione.*

Ma aggiungiamo esempi, uniamo la causa generale a quelle particolari e riportiamo fatti che, esaminati dettagliatamente, renderanno tangibili i differenti cambiamenti sopraggiunti sul globo, sia per l'irruzione dell'oceano sulle terre, sia per l'abbandono di queste stesse terre, quando esse siano divenute troppo alte.

La piú vasta irruzione dell'oceano sulle terre è stata quella[1] che ha formato il Mare Mediterraneo:[2] fra due promontori avanzati l'oceano[3] precipita con grandissima rapidità attraverso uno stretto passaggio e forma poi un vasto mare che, senza comprendervi il Mar Nero, copre uno spazio grande quasi sette volte la Francia. Questo passaggio dell'oceano attraverso lo stretto di Gibilterra segue un movimento opposto a tutti gli altri seguiti dalle acque marine nel loro passaggio attraverso tutti gli stretti che uniscono i mari: infatti il movimento generale del mare va da oriente ad occidente, mentre questo solo va da occidente ad oriente, prova che il Mar Mediterraneo non è affatto un vecchio golfo dell'oceano, ma è stato formato da un'irruzione delle acque verificatasi per cause accidentali, per esempio per un terremoto, che avrebbe fatto sprofondare le terre nel punto dello stretto, o per una violenta pressione dell'oceano causata dai venti, che avrebbe spezzato la diga fra i promontori di Gibilterra e di Ceuta. Questa opinione è sostenuta dalla testimonianza degli antichi,[4] nei cui scritti si legge che il Mar Mediterraneo non esisteva in altri tempi, ed è confermata, come si vede, dalla storia naturale e dalle osservazioni fatte sulla natura dei terreni della costa dell'Africa e della Spagna, dove si trovano, sia di qua sia di là dello stretto, gli stessi letti di pietra, gli stessi strati di terra, pres-

100

[1] Vedi le Prove, artt. 11 e 19.
[2] Vedi Ray, *Discourses*, p. 209.
[3] Phil. Trans. abr., vol. 2, p. 289.
[4] Diodoro Siculo, Strabone.

sappoco come, in certe vallate, ci si accorge che le due colline sovrastanti sono formate delle stesse materie situate allo stesso livello.

L'oceano, dopo essersi dunque aperto questa porta, è precipitato all'inizio per lo stretto con molto maggiore rapidità di quella con cui vi scorre attraverso oggi, e ha inondato il continente che univa l'Europa all'Africa: le acque hanno coperto tutte le terre basse di cui oggi scorgiamo solo le cime ed i punti piú alti nell'Italia, nelle isole di Sicilia, di Malta, di Corsica, di Sardegna, di Cipro, di Rodi e dell'Arcipelago.

Non ho voluto considerare il Mar Nero formato da questa irruzione dell'oceano, perché sembra che la quantità di acqua che esso riceve dal Danubio, dal Dnepr, dal Don e da molti altri fiumi che vi si gettano, sia piú che sufficiente a formarlo e che d'altra parte siano le sue acque a passare,[1] con grande rapidità, attraverso il Bosforo, nel Mar Mediterraneo. Si potrebbe anche supporre che il Mar Nero ed il Mar Caspio non fossero, in altri tempi, che due grandi laghi, forse comunicanti attraverso uno stretto che li congiungeva, oppure uniti da una palude o da un piccolo lago che riuniva le acque del Don e del Volga nei pressi di Tria, dove questi due fiumi si avvicinano molto l'uno all'altro, e che questi due mari o laghi fossero allora assai piú estesi di quanto non siano oggi. A poco a poco i grandi fiumi che hanno il loro sbocco nel Mar Nero e nel Mar Caspio, avranno portato una quantità di terra tanto grande da chiudere la comunicazione, riempire lo stretto e separare questi due laghi; sappiamo infatti che, con l'andar del tempo, i grandi fiumi riempiono i mari e formano nuovi continenti: cosí si sono formate, per esempio, la provincia allo sbocco del Fiume Giallo in Cina, la Luisiana alla foce del Mississipí e la parte settentrionale dell'Egitto, che deve la sua origine [2] e la sua esistenza alle inondazioni del Nilo.[3] La rapida corrente di questo fiume

*101*

[1] Phil. Trans. abr., vol. 2, p. 289.
[2] Vedi i Viaggi di SHAW, vol. 2, pp. 173-88.
[3] Vedi le Prove, art. 19.

trascina le terre dall'interno dell'Africa e le deposita poi, durante i suoi straripamenti, in cosí grande quantità che si può scavare fino a 50 piedi nello spessore del limo depositato dalle
102 sue inondazioni; anche i terreni della provincia del Fiume Giallo e della Luisiana, non sono formati che dal limo dei fiumi.

Del resto, attualmente, il Mar Caspio è un vero lago senza nessuna comunicazione con gli altri mari, nemmeno col Lago d'Aral che sembra averne fatto parte, e che ne è separato solo da una vasta regione di sabbia, in cui non vi sono né fiumi, né corsi d'acqua, né alcun canale attraverso il quale questo mare possa riversare le sue acque. Esso non ha dunque nessuna comunicazione esterna con gli altri mari: non so se abbia un qualche fondamento la supposizione che ne possieda qualcuna interna con il Mar Nero o con il Golfo Persico.* È vero che il Mar Caspio riceve il Volga e molti altri fiumi che sembrano fornirgli piú acqua di quanta l'evaporazione possa toglierglienc, ma, indipendentemente dalle difficoltà che si incontrano a voler calcolare un simile fenomeno, se fosse veramente in comunicazione con l'uno o con l'altro di questi mari, si dovrebbe notare una corrente veloce e costante che trascinerebbe tutto verso questa apertura facendola diventare lo scarico delle acque di questo mare, ma non ho mai saputo che vi sia stato osservato qualcosa del genere. Viaggiatori esatti nei loro racconti, sulla cui testimonianza si può contare, ci assicurano del contrario, perciò deve essere l'evaporazione a togliere al Mar Caspio una quantità di acqua eguale a quella che riceve.

Si potrà anche supporre, con qualche probabilità di cogliere nel vero, che il Mar Nero sarà un giorno separato dal Mediterraneo e che il Bosforo si riempirà quando i grandi fiumi che
103 sfociano nel Ponto Eusino avranno trascinato una cosí grande quantità di terra da chiudere lo stretto: cosa che, col tempo, può avvenire anche per la diminuzione continua dei fiumi, la cui quantità di acqua diminuisce via via che le montagne e le regioni elevate, dove si trovano le loro sorgenti, si abbassano,

spogliate delle terre che vengono trascinate via dalle piogge e sollevate dai venti.

Il Mar Caspio ed il Mar Nero devono dunque essere considerati piú come laghi che come mari o golfi dell'oceano, perché somigliano ad altri laghi che ricevono un gran numero di fiumi e non restituiscono nulla attraverso vie esterne come, per esempio, il Mar Morto e vari laghi in Africa eccetera. D'altra parte questi due mari sono infinitamente meno salati del Mar Mediterraneo o dell'oceano, e tutti i viaggiatori assicurano che la navigazione è molto difficile sulle loro acque per la loro scarsa profondità e per la quantità di scogli e di bassifondi che vi si incontrano, tanto che essa è possibile solo per piccoli vascelli:[1] cosa che sta ancora a dimostrare come essi non debbano essere considerati golfi dell'oceano, ma solo bacini di acqua formati dai grandi fiumi nell'interno delle terre.

Si verificherebbe forse una violenta irruzione dell'oceano sulla terra ferma, se si tagliasse l'istmo che separa l'Africa dall'Asia, secondo quella che era l'intenzione dei re d'Egitto e poi dei califfi: non so se il canale di comunicazione che si è voluto vedere fra questi due mari vi sia effettivamente, dal momento che il Mar Rosso deve essere piú alto del Mar Mediterraneo. Questo stretto mare è un braccio dell'oceano ed in tutta la sua estensione non riceve alcun fiume dalla parte dell'Egitto e assai pochi dall'altra: non sarà dunque soggetto a diminuire come i mari ed i laghi che ricevono, nello stesso tempo, le terre e le acque condottevi dai fiumi e che a poco a poco si riempiono. È l'oceano a fornire tutte queste acque al Mar Rosso, dove il movimento di alta e bassa marea è molto accentuato, risentendo direttamente dei grandi movimenti dell'oceano. Il Mar Mediterraneo invece è piú basso dell'oceano, dal momento che le acque vi precipitano con tanta velocità attraverso lo Stretto di Gibilterra; d'altra parte esso riceve le acque del Nilo che scorre parallelamente alla costa occidentale del Mar Rosso e traversa, in tutta la sua lunghezza, l'Egitto, il cui terreno è di per se

104

[1] Vedi i viaggi di Pietro della Valle, vol. 3, p. 236.

stesso estremamente basso: per cui è del tutto probabile che il Mar Rosso sia piú alto del Mar Mediterraneo e che, se si togliesse la barriera esistente fra di loro col taglio dell'istmo di Suez, ne seguirebbe una grande inondazione e un notevole aumento del Mar Mediterraneo a meno che non si trattenessero le acque mediante dighe e chiuse, situate a regolari distanze, come si può presumere sia stato fatto in altri tempi, se è mai esistito l'antico canale di comunicazione.

Ma, senza fermarsi piú a lungo su ipotesi che, benché fon- 105 date, potrebbero apparire troppo azzardate, soprattutto a coloro che giudicano le possibilità solo da ciò che avviene presentemente, possiamo offrire esempi recenti e fatti sicuri sul mutamento del mare in terra[1] e della terra in mare. A Venezia il fondo del Mare Adriatico si alza tutti i giorni e già da molto tempo le lagune e la città sarebbero venute a far parte del continente se con gran cura non si pulissero e non si vuotassero i canali: la stessa cosa avviene per la maggior parte dei porti, delle piccole baie e delle foci di tutti i fiumi. In Olanda il fondo del mare si alza tanto in diversi punti, che il piccolo golfo dello Zuider Zee e lo Stretto di Texel non possono piú lasciare entrare vascelli grandi come in altri tempi. All'imboccatura di quasi tutti i fiumi si trovano isole, accumuli di sabbie, terre ammucchiate e portate dalle acque, e non si può mettere in dubbio che il mare non si riempia in tutti i punti in cui riceve grandi fiumi. Il Reno va a perdersi nelle sabbie che esso stesso ha accumulato; il Danubio, il Nilo e tutti i grandi fiumi che hanno trascinato molta terra, non arrivano piú al mare attraverso un solo canale, ma hanno varie bocche e il terreno fra le une e le altre, è riempito dalle sabbie e dal limo da loro portato. Tutti i giorni si disseccano paludi, si coltivano terre abbandonate dal mare, si naviga sopra paesi sommersi; del resto noi vediamo sotto i nostri occhi mutamenti assai grandi di terre in acqua e di acqua in terre, per essere certi che questi cambiamenti sono 106 avvenuti, avvengono e avverranno: col tempo i golfi diven-

[1] Vedi le *Prove*, art. 19.

teranno continenti, gli istmi saranno un giorno stretti, le paludi diventeranno terre aride, e le cime delle montagne scogli del mare.

Le acque hanno dunque coperto e possono ancora coprire successivamente tutte le parti dei continenti terrestri: ma allora smettiamo di meravigliarci se troviamo dappertutto produzioni marine e nell'interno della terra formazioni che non possono essere altro che opera delle acque. Abbiamo visto come si siano formati gli strati orizzontali della terra, ma non abbiamo ancora detto niente delle fenditure perpendicolari che si notano nelle rocce, nelle cave, nelle argille, eccetera, e che si trovano tanto frequentemente,[1] quanto gli strati orizzontali, in tutte le materie che compongono il globo. Queste fenditure perpendicolari sono molto piú lontane le une dalle altre, di quanto non lo siano gli strati orizzontali, e piú le materie sono molli, piú queste fenditure sembrano essere lontane fra di loro. È molto comune trovare nelle cave di marmo o di pietre dure fenditure perpendicolari distanti solo qualche piede; se l'ammasso di rocce è molto grande, sono distanti di qualche tesa, talvolta scendono dalla cima delle rocce fino alla loro base, spesso vanno a finire su parti piú basse della roccia, ma sono sempre perpendicolari agli strati orizzontali in tutte le materie calcinabili quali le crete, *107* le marne, le pietre, i marmi eccetera, mentre sono piú oblique e piú irregolarmente disegnate nelle materie vetrificabili, nelle cave di arenaria e nelle rocce di selce, in cui sono internamente fornite di punte di cristallo e di minerali di ogni specie; nelle cave di marmo o di pietra calcinabile sono ripiene di spato, di gesso, di ghiaia e di una sabbia terrosa adatta alle costruzioni e contenente molta calce; nelle argille, nelle crete, nelle marne e in tutte le altre specie di terra, ad eccezione dei tufi, si ritrovano queste fenditure perpendicolari vuote o ripiene di materie che l'acqua vi ha portato.

Non mi sembra che si debba andare a trovare lontano la causa e l'origine di queste spaccature perpendicolari: poiché

[1] Vedi le Prove, art. 17.

tutte le materie sono state portate e depositate dalle acque, è naturale pensare che esse siano state stemperate e che contenessero all'inizio molta acqua; a poco a poco si sono indurite ed asciugate e, disseccandosi, sono diminuite di volume, per cui si sono spaccate di tratto in tratto: la spaccatura è avvenuta perpendicolarmente, perché l'azione del peso delle parti, poste le une sopra le altre, è nulla in questa direzione, mentre si oppone a un disgregamento nella posizione orizzontale, per cui la diminuzione di volume ha prodotto un effetto sensibile solo verticalmente. Secondo me è stata la sola diminuzione di vo-
108 lume per disseccamento che ha prodotto queste spaccature perpendicolari, e non l'acqua contenuta all'interno di queste materie che, cercando degli sfoghi, le avrebbe formate: ho infatti spesso osservato che le due pareti di queste fenditure si corrispondono in tutta la loro altezza esattamente come due pezzi di legno che siano stati spezzati; la loro parte interna è ruvida e non sembra aver subíto lo sfregamento delle acque che, alla lunga, avrebbero levigato e consumato le superfici. Pertanto queste fenditure si sono prodotte o d'un tratto o a poco a poco per disseccamento, cosí come noi vediamo formarsi nel legno le screpolature, e la maggior parte dell'acqua è evaporata attraverso i pori.* Ma noi faremo vedere nel nostro Discorso sui minerali, che nelle pietre e in molte altre materie rimane ancora parte dell'acqua che vi era in origine, e che essa serve alla produzione dei cristalli, dei minerali e di molte altre sostanze della terra.

L'apertura di queste spaccature perpendicolari varia molto in grandezza: alcune non sono che un mezzo pollice, o un pollice, altre un piede, due piedi, ma ve ne sono talvolta di piú tese e sono queste ultime a formare, fra le due parti di una roccia, quei precipizi che si incontrano cosí spesso nelle Alpi ed in tutte le alte montagne: ci si accorge facilmente che quelle di piccola apertura sono state formate per solo disseccamento, ma se presentano un'apertura larga qualche piede, non sono arrivate ad allargarsi fino a quel punto per questa sola causa, ma anche per lo sprofondamento, piú da un lato che dall'altro,

della base che regge la roccia o il terreno soprastante, e si sa che un piccolo sprofondamento della base, di una linea o due per esempio, basta a formare per una certa altezza aperture di vari piedi ed anche di varie tese. Talvolta anche le rocce scivolano un po' sulla loro base di argilla o di sabbia, e questo movimento fa diventare piú grandi le spaccature perpendicolari. Non parlo qui ancora delle larghe aperture, degli enormi spacchi che si trovano nelle rocce e nelle montagne, prodotti da grandi sprofondamenti, come potrebbe essere quello di una caverna interna che, non potendo piú sostenere il peso che regge, affonda e lascia un notevole spazio nel terreno sovrastante. Questi vuoti sono diversi dalle spaccature perpendicolari, sembrano porte aperte dalle mani della natura, affinché le nazioni comunichino fra loro: cosí si presentano le porte che si trovano nelle catene di monti e le aperture degli stretti del mare, le Termopili, le porte del Caucaso, delle Cordigliere eccetera, la porta dello Stretto di Gibilterra fra i monti Calpe e Abila, la porta dell'Ellesponto eccetera. Queste aperture non sono state affatto formate dalla semplice separazione delle materie, come le fenditure di cui finora abbiamo parlato,[1] ma per l'affondamento e la distruzione di una parte delle stesse terre inghiottite o sconvolte. *109*

Questi grandi sprofondamenti, benché prodotti da cause accidentali [2] e secondarie, continuano ad occupare uno dei posti piú importanti nei principali fatti della storia della terra, e hanno contribuito non poco a cambiare la faccia del globo. Per la maggior parte sono prodotti da fuochi interni, la cui esplosione causa terremoti ed eruzioni di vulcani: niente è paragonabile alla forza [3] di queste materie infiammate e racchiuse nel seno della terra; si sono viste città intere inghiottite dalla loro violenza, province sconvolte, montagne rovesciate. Ma, per *110*

[1] Vedi le Prove, art. 17.
[2] Vedi le Prove, art. 17.
[3] Vedi Agricola, *De rebus quae effluunt e terra*; Phil. Trans. abr., vol. 2, p. 391; Ray, *Discourses*, p. 272, ecc.

quanto grande essa sia e straordinari possano apparirne gli effetti, non si deve credere che questi fuochi provengano da un fuoco centrale, come hanno scritto alcuni autori, e neppure che vengano da una grande profondità, secondo quella che è l'opinione comune, perché l'aria è assolutamente necessaria se non altro per mantenere la loro combustione. Esaminando i materiali che escono dai vulcani nelle piú violente eruzioni, ci si può convincere che il focolaio della materia infiammata non è a una grande profondità e che si tratta di materiali simili a quelli che si trovano sul dorso della montagna, sfigurati solo dalla calcinazione e dalla fusione delle parti metalliche mescolatevi. E per convincersi che queste materie gettate dai vulcani non provengono da una grande profondità, non c'è che da notare l'altezza della montagna e stabilire quale forza enorme occorrerebbe per spingere delle pietre e dei minerali a una mezza lega di altezza: l'Etna, l'Hecla e molti altri vulcani raggiungono per lo meno questa altezza sopra le pianure. Ora, poiché si sa che la forza del fuoco si esercita in ogni senso, essa non potrebbe esercitare un'azione verso l'alto con una forza capace di gettare grosse pietre a una mezza lega di altezza, senza reagire in basso e verso i lati con la stessa forza, distruggendo e spezzando, ben presto, con questa reazione, la montagna composta da materiali non meno duri di quelli che essa lancia fuori, da ogni lato. Come si può pensare che la cavità, che serve da tubo o da canale per condurre questi materiali fino all'imboccatura del vulcano, resista a una forza cosí violenta? D'altra parte se questa cavità fosse molto profonda, poiché l'apertura esterna non è molto grande, sarebbe quasi impossibile che ne uscissero tutti insieme tanti materiali infiammati e liquidi, perché si urterebbero fra loro e contro le pareti del tubo e, attraversando uno spazio cosí lungo, si spengerebbero e si indurirebbero. Si vedono spesso colare dalla cima del vulcano nelle pianure, ruscelli di bitume e di zolfo fuso che provengono dall'interno, buttati fuori insieme alle pietre ed ai minerali. Come si può pensare che materie cosí poco solide, la cui massa offre cosí scarsa presa a una violenta

*111*

azione, possano essere lanciate da una grande profondità? Tutte le osservazioni che si faranno a tal proposito, proveranno che il fuoco dei vulcani non è distante dalla cima della montagna, e che è ben lungi dal discendere[1] al livello delle pianure. *112*

Questo non impedisce, tuttavia, che la sua azione si faccia sentire nelle pianure con scosse e terremoti, che si estendono talvolta a grandissima distanza, che vi siano vie sotterranee attraverso le quali le fiamme e il fumo possono comunicare[2] da un vulcano ad un altro e che in tal caso i vulcani si accendano e si mettano in azione quasi nello stesso tempo. Ma è del focolaio dell'incendio che noi stiamo parlando: esso può trovarsi solo a una piccola distanza dalla bocca del vulcano, né deve essere necessariamente situato al di sotto del livello della pianura per causare un terremoto, come non è necessaria l'esistenza di cavità interne piene di fuoco; una violenta esplosione, quale è quella di un vulcano, può, come quella di un deposito di polvere da sparo, provocare una scossa, la cui reazione è un terremoto.

Non pretendo con ciò sostenere che non vi siano terremoti prodotti direttamente da fuochi sotterranei,[3] ma ve ne sono alcuni dovuti alla sola esplosione dei vulcani. A conferma di quanto ho sostenuto su tale argomento, sta il fatto che è molto raro trovare vulcani nelle pianure: son tutti infatti sulle piú alte montagne e la loro bocca si trova sulla loro cima. Se il fuoco interno che li consuma si estendesse sotto le pianure, non *113* lo si vedrebbe nei periodi di violente esplosioni uscir fuori, aprendosi un passaggio attraverso il terreno delle pianure? E quando vi furono le prime eruzioni, questi fuochi non si sarebbero piuttosto aperti una via nelle pianure ed ai piedi delle montagne, dove avrebbero incontrato solo una debole resistenza, a paragone di quella che hanno dovuto esperimentare, se effettivamente hanno dovuto aprire e fendere una montagna di una mezza lega di altezza per trovare un'uscita?

[1] Vedi Borelli, *De incendiis montis Aetnae*, ecc.
[2] Phil. Trans. abr., vol. 2, p. 392.
[3] Vedi le Prove, art. 16.

I vulcani sono sempre posti nelle montagne, perché minerali, piriti e zolfo si trovano in maggiore quantità e piú allo scoperto nelle montagne che nelle pianure e perché, essendo esposti in luoghi elevati, quindi piú facilmente soggetti a ricevere in piú grande abbondanza le piogge e gli spostamenti d'aria, fermentano e si riscaldano al punto da incendiarsi.

Infine si è spesso osservato che, dopo violente eruzioni, durante le quali il vulcano butta una grandissima quantità di materiali, la cima della montagna si abbassa, diminuendo pressappoco quanto diminuirebbe se da essa si staccassero le materie eruttate: altra prova che i materiali eruttati non provengono dalla profondità interna della base della montagna ma dalla parte vicina alla cima e dalla cima stessa.

I terremoti hanno dunque causato in vari luoghi abbassamenti notevoli e qualcuna di quelle grandi separazioni che si 114 trovano nelle catene dei monti: tutti gli altri abbassamenti e tutte le altre separazioni sono stati formati, contemporaneamente alle montagne stesse, dal movimento delle correnti del mare, e dovunque non siano avvenuti sconvolgimenti, si trovano gli strati orizzontali e gli angoli corrispondenti delle montagne.[1] I vulcani hanno anche formato caverne ed escavazioni sotterranee facili a distinguersi da quelle formate dalle acque che, trascinando dall'interno delle montagne le sabbie e le altre materie divise, hanno lasciato solo le pietre e le rocce contenenti queste sabbie, ed hanno cosí formato le caverne che si notano nei luoghi alti, mentre quelle che si trovano nelle pianure non sono di solito che antiche cave e miniere di sale o di altri minerali, quali la cava di Maastricht e le miniere di Polonia eccetera, situate in pianura. Le caverne naturali appartengono invece alle montagne e ricevono dalla cima e dalle sue vicinanze le acque che vi cadono come dentro a dei bacini, da dove scorrono poi sulla superficie della terra, quando trovano un'uscita. È a queste cavità che si deve riportare l'origine delle fonti ricche di acqua e delle grandi sorgenti: quando una

[1] Vedi le Prove, art. 17.

di queste caverne sprofonda e si riempie, si ha infatti di solito un'inondazione.[1]

Ci si deve rendere dunque conto, da tutto quello che abbiamo precedentemente detto, di quanto i fuochi sotterranei contribuiscano a mutare la superficie e l'interno del globo: questa causa si mostra abbastanza potente da riuscire a produrre effetti 115 cosí grandi, mentre sembra incredibile che i venti possano[2] causare alterazioni sensibili sulla terra; il mare appare il loro impero e, dopo le maree, niente sembra agire piú potentemente su questo elemento; le stesse maree si muovono con un ritmo uniforme e i loro effetti si attuano in modo eguale e prevedibile, ma i venti impetuosi agiscono, per cosí dire, per capriccio, si precipitano con furore e agitano il mare con una tale violenza che, in un istante, quella distesa piana, calma e tranquilla viene solcata da onde alte come montagne, che vengono a spezzarsi contro le rocce e contro le coste. I venti cambiano dunque ad ogni istante il volto mobile del mare: ma il volto della terra, che ci sembra cosí solido, non dovrebbe essere al riparo di un simile effetto? Eppure si sa che i venti sollevano montagne di sabbie nell'Arabia e nell'Africa, che ne coprono le pianure e che spesso le trasportano a grandi distanze[3] ed anche per molte leghe sul mare dove le accumulano in cosí grande quantità, da formarvi banchi, dune ed isole. Si sa che gli uragani sono i flagelli delle Antille, del Madagascar e di molti altri paesi, dove imperversano con tanto furore da sradicare talvolta gli alberi, le piante, gli animali, insieme a tutta la terra coltivata; essi fanno risalire e disseccare i fiumi, ne producono dei nuovi, rovesciano le mon- 116 tagne e le rocce, formano abissi e voragini nella terra, e cambiano completamente la superficie delle disgraziate contrade in cui si formano. Fortunamente non vi sono che poche regioni esposte all'infuriare impetuoso di queste terribili agitazioni dell'aria.

[1] Phil. Trans. abr., vol. 2, p. 322.

[2] Vedi le Prove, art. 15.

[3] Vedi BELLARMINO, *De ascensione mentis in Deum*; VARENIO, *Geographia generalis*, p. 282; Viaggi di PYRARD, vol. 1, p. 470.

Ma ciò che produce i cambiamenti maggiori e piú generali sulla superficie terrestre, sono le acque del cielo, i fiumi, i corsi d'acqua e i torrenti. La loro prima origine proviene dai vapori che il sole solleva al di sopra dei mari e che i venti trasportano in tutte le regioni della terra; questi vapori, sospesi nell'aria e lasciati in balía dei venti, rimangono attaccati alle cime dei monti che incontrano e vi si accumulano in cosí grande quantità da formarvi continuamente nubi e da ricadere incessantemente sotto forma di pioggia, di rugiada, di nebbia o di neve. Tutte queste acque sono all'inizio scese nelle pianure[1] senza avere un percorso fisso, ma a poco a poco hanno scavato il loro letto e, cercando per loro naturale inclinazione i punti piú bassi della montagna ed i terreni piú facili a dividersi e piú facilmente penetrabili, hanno trascinato le terre e le sabbie, hanno formato torrenti profondi precipitando velocemente nelle pianure, si sono aperte le strade al mare che riceve tanta acqua dalle sue sponde, quanta ne perde in evaporazione. E come i canali ed i letti, che i fiumi hanno scavato, hanno sinuosità e sponde i cui angoli 117 sono corrispondenti fra di loro, cioè se una delle sponde forma un angolo sporgente nel terreno, la sponda opposta forma sempre un angolo rientrante, cosí le montagne e le colline, che si devono considerare le sponde delle vallate che le separano, hanno anch'esse sinuosità corrispondenti;* tutto ciò sembra provare che le valli sono state canali delle correnti marine, che le hanno scavate a poco a poco, nella stessa maniera in cui i fiumi hanno scavato il loro letto nelle terre.

Le acque che scorrono sulla superficie della terra e che permettono la vegetazione e la fertilità dei terreni, non sono forse che la minima parte di quelle prodotte dai vapori; vi sono infatti vene di acqua che scorrono e umidità che filtra a grandi profondità nell'interno della terra. In certi luoghi, in qualsiasi punto si scavi, si ha la sicurezza di trovare l'acqua e quindi di fare un pozzo, in altri luoghi, invece, di acqua non se ne trova affatto; in quasi tutte le vallate e nei bassopiani non accade mai

[1] Vedi le Prove, artt. 10 e 18.

di non trovare acqua a poca profondità, mentre in tutti i luoghi elevati e negli altipiani non la si può trarre dal seno della terra e bisogna accontentarsi di raccogliere le acque del cielo. Vi sono paesi molto estesi in cui non si è mai riusciti a fare un pozzo: tutte le acque necessarie a dissetare gli abitanti e gli animali sono contenute in stagni o in cisterne. In Oriente, soprattutto in Arabia, nell'Egitto, nella Persia eccetera i pozzi sono estremamente rari, tanto quanto le sorgenti di acqua dolce, e i popoli di queste regioni sono costretti a costruire grandi *118* serbatoi per raccogliere le acque delle piogge e delle nevi. Queste opere, innalzate per l'utilità pubblica, sono forse i monumenti piú belli costruiti dagli orientali: vi sono serbatoi che hanno una estensione di quasi due leghe e che servono ad irrigare e dissetare una provincia intera, mediante piccoli canali e piccoli corsi d'acqua, diramati in tutte le direzioni. In altri paesi al contrario, per esempio nelle pianure in cui scorrono i grandi fiumi della terra, appena si comincia a scavare in profondità si trova acqua, e nei campi vicini ad un corso d'acqua spesso ogni tenda riesce ad avere il suo pozzo solo con qualche colpo di piccone.

La grande quantità di acqua che si trova dappertutto nei luoghi bassi, proviene dalle terre soprastanti e dalle colline vicine, per lo meno in maggior parte: infatti nel periodo delle piogge e del disgelo, una parte delle acque scorre sulla superficie della terra e il resto penetra nell'interno attraverso le piccole fenditure delle terre e delle rocce, e scaturisce poi in differenti punti, quando trova un'uscita, oppure filtra attraverso le sabbie, e se incontra un fondo di argilla o di terra compatta e solida, forma dei laghi, dei ruscelli e forse dei fiumi sotterranei, il cui corso e la cui foce ci sono sconosciuti, ma che si muovono nella direzione loro assegnata dalle leggi della natura, cioè dall'alto in basso. Di conseguenza queste acque sotterranee devono cadere nel mare o riunirsi in qualche punto basso della *119* terra, sia sulla superficie sia all'interno del globo. Infatti noi conosciamo qualche lago nel quale non entra e dal quale non esce nessun corso d'acqua, e ve ne sono molti di piú ancora che,

senza ricevere corsi d'acqua di una certa entità, sono le sorgenti dei piú grandi fiumi della terra, per esempio i laghi del fiume San Lorenzo, il Lago Chiamé da cui nascono due grandi fiumi che irrigano i regni di Asem e di Pegu, i laghi degli Assiniboini in America, quelli di Ozera in Moscovia, quello da cui nasce il Bug, l'altro da cui esce il grande fiume Irtis eccetera, e infiniti altri che sembrano i serbatoi[1] da cui la natura versa le acque, per distribuirle in ogni angolo della superficie terrestre. È evidente che questi laghi possono essere prodotti soltanto dalle acque delle terre piú alte, acque che scorrono attraverso piccoli canali sotterranei filtrando tra le ghiaie e le sabbie, e vengono tutte a riunirsi nei luoghi piú bassi dove si trovano queste grandi quantità di acqua. Del resto non bisogna credere, come hanno sostenuto alcuni, che vi siano dei laghi sulla cima delle piú alte montagne: infatti quelli che si trovano sulle Alpi e in molti altri luoghi elevati, sono tutti sovrastati da terre molto piú elevate e giacciono ai piedi di montagne forse piú alte delle prime, traggono la loro origine dalle acque che scorrono all'esterno o filtrano nell'interno di queste montagne, proprio come le acque delle valli e delle pianure hanno le loro sorgenti nelle colline vicine e nei terreni piú lontani che le superano in altezza.

120

Si devono dunque trovare, ed effettivamente si trovano, all'interno della terra, laghi ed acque sparse, soprattutto sotto le pianure[2] e le grandi vallate, perché le montagne e le colline e tutti i luoghi elevati, sovrastanti le terre basse, sono scoperti tutto intorno e presentano sul loro dorso tagli perpendicolari o inclinati attraverso i quali, per tutta la loro estensione, le acque che cadono sulla cima della montagna e sui piani elevati devono, dopo essere penetrate nel suolo, necessariamente uscire, scaturendo in piú punti sotto forma di sorgenti e di fonti. Di conseguenza non vi sarà acqua o ve ne sarà solo poca sotto le montagne, mentre nelle pianure, poiché l'acqua che filtra nel terreno

[1] Vedi le Prove, art. 11.
[2] Vedi le Prove, art. 18.

non può trovare un'uscita, vi saranno ammassi di acqua sotterranea nelle cavità della terra e una grande quantità d'acqua che gocciolerà attraverso le spaccature delle argille e delle terre ferme o si troverà sparsa e divisa fra le ghiaie e le sabbie. È l'acqua che si trova dappertutto nei luoghi bassi; di solito il fondo di un pozzo non è altro che un piccolo bacino nel quale le acque che gocciolano dalle terre vicine si riuniscono, cadendo prima goccia a goccia e poi in fili di acqua continui, quando ormai le strade sono aperte alle acque piú lontane. Risulta dunque vera l'affermazione che nelle pianure basse, benché si trovi l'acqua dappertutto, non si potrebbe scavare che un limitato numero di pozzi, proporzionalmente alla quantità di acqua disseminata, o piuttosto all'estensione delle terre piú alte, donde queste acque traggono la loro origine. *121*

Nella maggior parte delle pianure non è necessario scavare fino al livello del corso d'acqua per trovarla: la si incontra di solito a una minore profondità. L'acqua dei fiumi e di qualsiasi corso in genere non giunge molto lontano, filtrando attraverso le terre, per lo meno cosí sembra, né si deve attribuire ai corsi d'acqua l'origine delle acque che si trovano al di sotto del loro livello, nell'interno della terra, perché nei torrenti, nei fiumi che vengono prosciugati, in quelli la cui direzione viene deviata, non si trova, scavando nei loro letti, piú acqua di quanta se ne trovi nei terreni vicini. Basta una lingua di terra di cinque o sei piedi di spessore per contenere l'acqua ed impedirle di sfuggire, ed ho spesso osservato che le rive dei ruscelli e delle paludi non sono umide al tatto a sei pollici di distanza. L'estensione della filtrazione è effettivamente piú o meno grande a seconda della maggiore o minore permeabilità del terreno, ma se si esaminano i torrenti che si formano nei terreni e anche nelle sabbie, ci si accorgerà che l'acqua passa tutta nel piccolo spazio che si scava da sé, e che le sponde sono appena bagnate a qualche pollice di distanza; anche nei terreni ricchi di vegetazione, in cui la filtrazione deve essere molto maggiore che non nelle sabbie e in altre specie di terreni, perché aiutata dalla forza del *122*

tubo capillare, non ci si accorge che vada molto lontana. In un giardino si annaffia abbondantemente e si inonda di acqua, tanto per dire, un'aiuola, senza che quelle vicine ne risentano efficacemente. Ho notato, esaminando grossi pezzi di terra di giardino di otto o dieci piedi di spessore, che non erano stati rimossi da molti anni, e il cui strato superiore era quasi a livello, che l'acqua della pioggia non è mai penetrata a piú di tre o quattro piedi di profondità: cosí rimuovendo questa terra a primavera, dopo un inverno molto umido, ho trovato l'interno della zolla secco come quando era stata ammonticchiata. Ho fatto la stessa osservazione su terre accumulate da duecento anni circa: a tre o quattro piedi di profondità erano secche come la polvere. L'acqua dunque non si estende cosí lontano, come si crede, mediante la sola infiltrazione: questa via ne fornisce all'interno della terra solo una minima parte. Ma dalla superficie fino a grandi profondità l'acqua scende per il suo proprio peso, penetra attraverso condotti naturali o piccole vie che si è aperte da sé, segue le radici degli alberi, le fenditure delle rocce, gli interstizi del terreno, e si divide e si estende da tutti i lati in una infinità di piccole ramificazioni e di rigagnoli sempre scorrenti verso il basso, finché non trova un'uscita dopo aver incontrato dell'argilla o un altro terreno solido sul quale si è riunita.

*123* Sarebbe molto difficile fare una valutazione all'incirca esatta della quantità di acque sotterranee, che non hanno uscita apparente.[1] Molti hanno sostenuto che superasse di gran lunga quella di tutte le acque che sono sulla superficie della terra e, tralasciando quanti hanno preteso che il globo fosse interamente riempito d'acqua, vi sono quelli che credono esservi, nella profondità della terra, una infinità di fiumi, di ruscelli, di laghi; ma questa opinione, benché comune, non mi sembra fondata e credo che la quantità di acque sotterranee, senza uscita alla superficie terrestre, non sia abbondante. Se vi fosse un cosí gran numero di fiumi sotterranei, perché non scorgeremmo noi sulla superficie della terra le foci di alcuni di essi e di conseguenza

[1] Vedi le Prove, artt. 10, 11, 18.

sorgenti grosse come fiumi? D'altra parte i fiumi e tutte le acque correnti producono cambiamenti molto notevoli sulla superficie terrestre: trascinano le terre, scavano le rocce, spostano tutto quello che si oppone al loro passaggio. I fiumi sotterranei provocherebbero gli stessi effetti, produrrebbero alterazioni sensibili all'interno del globo, mentre invece cambiamenti prodotti dal movimento delle acque non si sono osservati, nulla è stato spostato: gli strati paralleli e orizzontali permangono dappertutto, le diverse materie conservano ovunque la loro primitiva posizione, e solo in pochissimi posti si sono potute osservare vene di acqua sotterranea che valessero la pena di essere prese in considerazione. Cosí l'acqua non lavora in grande all'interno della terra, vi esercita solo un'azione ridotta: ma poiché è divisa in un'infinità di rigagnoli, è limitata da tanti ostacoli ed è dispersa un po' dappertutto, contribuisce direttamente alla formazione di varie sostanze terrestri, che devono venire attentamente distinte dalle materie vecchie e che in effetti ne differiscono totalmente nella forma e nell'organizzazione. *124*

Sono dunque le acque riunite nella vasta estensione dei mari che, col movimento continuo dell'alta e della bassa marea, hanno prodotto le montagne, le vallate e le altre diseguaglianze della terra; sono le correnti del mare che hanno scavato le valli ed innalzato le colline, dando loro direzioni corrispondenti; sono queste stesse acque del mare che, trasportate le terre, le hanno deposte le une sopra le altre, in strati orizzontali, e sono le acque del cielo che a poco a poco distruggono gli effetti dell'azione del mare, che abbassano continuamente l'altezza delle montagne, che riempiono le vallate, le foci dei fiumi ed i golfi, e che, riportando tutto ad uno stesso livello, renderanno un giorno questa terra al mare, che via via se ne impadronirà, lasciando scoperti nuovi continenti solcati da valli e montagne del tutto simili a quelli che noi abitiamo oggi.*

Montbard, 3 ottobre 1744

# PROVE DELLA TEORIA DELLA TERRA

*Fecitque cadendo*
*Undique ne caderet.*

MANILIO

## ARTICOLO 1

### *Della formazione dei pianeti*

Poiché nostro oggetto è la storia naturale, faremmo volentieri a meno di parlare di astronomia: ma la fisica terrestre è legata a quella celeste e d'altronde reputiamo che per una maggiore comprensione di quanto è stato detto, sia necessario dare qualche idea generale sulla formazione, sul movimento e sulla figura della terra e dei pianeti.*

La Terra è un globo dal diametro di circa tremila leghe, è posta a trenta milioni di leghe dal Sole, intorno al quale compie la sua rivoluzione in trecentosessantacinque giorni. Questo movimento di rivoluzione è il risultato di due forze, l'una che ci si può immaginare come una spinta da destra a sinistra o da sinistra a destra, e l'altra come un'attrazione dall'alto in basso o dal basso in alto, verso un centro. La direzione di queste due forze e la loro quantità sono combinate e proporzionate, in modo che ne risulta un movimento quasi uniforme in una ellissi molto vicina ad un cerchio. Simile agli altri pianeti la Terra è opaca, fa ombra, riceve e riflette la luce del Sole e gira intorno a questo astro secondo le leggi inerenti alla sua distanza e alla sua densità relativa. La Terra gira anche intorno a se stessa

128

in ventiquattro ore e l'asse, intorno al quale si compie questo movimento di rotazione, è inclinato di sessantasei gradi e mezzo sul piano dell'orbita della sua rivoluzione. La sua figura è quella di uno sferoide, i cui due assi differiscono di circa una centosettantacinquesima parte: l'asse piú piccolo è quello intorno al quale si compie questa rotazione.

Ecco i principali fenomeni della Terra: sono i risultati delle grandi scoperte cui si è giunti per mezzo della geometria, dell'astronomia e della navigazione. Non entreremo qui nei particolari che si richiederebbero per una dimostrazione, e non esamineremo come si sia giunti ad avere la certezza della verità di tutti questi fatti, perché si ripeterebbero cose che sono già state dette: faremo soltanto qualche osservazione che servirà a illuminare ciò che è ancora incerto o discusso e, nello stesso 129 tempo, esporremo le nostre idee sulla formazione dei pianeti e sui differenti stati attraverso i quali è possibile che essi siano passati, prima di arrivare a quello in cui noi oggi li vediamo. Si troveranno, nelle pagine seguenti, estratti di molti sistemi e di molte ipotesi sulla formazione del globo terrestre, sui differenti stati attraverso i quali è passato e sui cambiamenti che ha subíto, cosí che non si giudicherà sfavorevolmente il fatto che noi aggiungiamo qui le nostre ipotesi a quelle dei filosofi che hanno scritto sopra questi argomenti, soprattutto quando ci si accorgerà che le diamo come semplici ipotesi, alle quali pretendiamo soltanto assegnare un grado di probabilità superiore a quello di tutte le ipotesi avanzate sullo stesso argomento. Siamo tanto piú propensi a pubblicare ciò che abbiamo pensato in materia, nella speranza di mettere il lettore in grado di farsi un'idea della grande differenza che corre fra un'ipotesi, in cui rientrano solo delle possibilità, e una teoria fondata su fatti, fra un sistema, come quello che esporremo in questo articolo sulla formazione e il primo stato della Terra, e una storia fisica del suo stato attuale, quale l'abbiamo data nel discorso precedente.*

Dopo che Galileo aveva trovato la legge della caduta dei corpi e Keplero aveva osservato che le aree descritte dai pianeti

principali intorno al Sole e quelle dei satelliti intorno al loro pianeta principale, sono proporzionali ai tempi, e che i tempi delle rivoluzioni dei pianeti e dei loro satelliti sono, a loro volta, proporzionali alle radici quadrate dei cubi delle loro distanze dal Sole o dai loro pianeti principali, Newton scoprí che la forza che fa cadere i corpi gravi sulla superficie della Terra giunge fino alla Luna e la trattiene nella sua orbita, che questa forza diminuisce nella stessa proporzione in cui il quadrato della distanza aumenta, che, di conseguenza, la Luna è attirata dalla terra, la terra e tutti i pianeti sono attirati dal Sole e che in generale tutti i corpi descriventi intorno ad un centro o ad un fuoco aree proporzionali ai tempi sono attratti verso questo punto. Questa forza, che noi conosciamo sotto il nome di gravità, è dunque generalmente diffusa in tutta la materia; i pianeti, le comete, il Sole, la Terra, tutto è soggetto alle sue leggi ed essa serve di fondamento all'armonia dell'universo: non c'è nulla di piú sicuramente provato nel campo della fisica della sua esistenza attuale e individuale nei pianeti, nel Sole, nella Terra e in tutte le materie che tocchiamo e vediamo. Tutte le osservazioni hanno confermato il suo effetto sempre presente ed il calcolo ne ha determinato la quantità ed i rapporti. La esattezza dei geometri e la vigilanza degli astronomi raggiungono a stento la precisione di questa meccanica celeste e la regolarità dei suoi effetti.

130

Una volta conosciuta questa causa generale, se ne dedurranno facilmente gli effetti, se l'azione delle forze che li producono, non è troppo complessa; ma basta rappresentarsi per un solo istante il sistema del mondo sotto questo punto di vista e ci si accorgerà quale caos si sia dovuto dipanare. I pianeti principali sono attratti dal Sole, il Sole è attratto dai pianeti, i satelliti sono attratti dai loro pianeti principali, ciascun pianeta è attirato da tutti gli altri ed esso, a sua volta, li attira; tutte queste azioni e reazioni variano secondo le masse e le distanze; esse producono ineguaglianze ed irregolarità: come combinare e valutare una cosí grande quantità di rapporti? Sembra impos-

131

sibile, in mezzo a tanti oggetti, seguirne uno singolo. Tuttavia queste difficoltà sono state superate, il calcolo ha confermato ciò che la ragione aveva supposto, ciascuna osservazione è diventata una nuova dimostrazione e l'ordine sistematico di tutto l'universo è manifesto agli occhi di tutti coloro che sanno riconoscere la verità.

Una sola cosa si oppone, ed in effetti è indipendente, da questa teoria, la forza d'impulsione: risulta evidente che se la forza di attrazione attira sempre i pianeti verso il Sole, essi cadrebbero perpendicolarmente su questo astro, se non ne fossero allontanati da un'altra forza che non può essere se non una spinta in linea retta, il cui effetto si eserciterebbe sulla tangente dell'orbita, se la forza d'attrazione cessasse per un solo istante. Questa forza di impulsione è stata certamente comunicata in origine a tutti gli astri dalla mano di Dio, quando dette il via all'universo; ma in fisica ci si deve astenere, nei limiti del possibile, dal ricorrere alle cause poste fuori della natura, e a me sembra che nel sistema solare ci si possa rendere conto della
132 forza d'impulsione in maniera abbastanza verosimile, e che si possa trovarne una causa il cui effetto si accordi con le regole della meccanica, senza che d'altra parte si allontani dalle idee che dobbiamo avere sui cambiamenti e le rivoluzioni che possono e debbono sopraggiungere nell'universo.

La vasta estensione del sistema solare o, ed è la stessa cosa, la sfera dell'attrazione solare non si limita all'orbita dei pianeti, anche i piú lontani, ma si estende a una distanza indefinita, decrescendo sempre nella proporzione in cui il quadrato della distanza aumenta. È provato che le comete, scomparendo ai nostri occhi inghiottite nella profondità del cielo, obbediscono a questa forza, e che il loro movimento, come quello dei pianeti, dipende dall'attrazione del Sole. Tutti questi astri, i cui percorsi sono cosí diversi, descrivono intorno al Sole aree proporzionali ai tempi, i pianeti in ellissi che si avvicinano piú o meno ad un cerchio, e le comete in ellissi molto allungate. Le comete e i pianeti si muovono, dunque, in virtú di due forze,

una di attrazione e l'altra di impulsione che, agendo insieme in ogni istante, li obbligano a descrivere queste curve. Ma bisogna notare che le comete percorrono il sistema solare in tutte le direzioni e che le inclinazioni dei piani delle loro orbite sono molto differenti tra di loro, tanto che, quantunque soggette come i pianeti alla stessa forza d'impulsione, le comete non hanno niente in comune nel loro movimento d'impulsione: sembrano, a tal riguardo, completamente indipendenti le une dalle altre. I pianeti, al contrario, girano tutti nello stesso senso intorno al Sole e quasi sullo stesso piano, non essendovi che 7 gradi e mezzo d'inclinazione fra i piani piú lontani delle loro orbite: questa conformità di posizione e di direzione nel movimento dei pianeti suppone necessariamente qualcosa in comune nel loro movimento di impulsione e fa pensare che esso sia stato loro comunicato da una sola e medesima causa.* *133*

Non si può immaginare con un certo grado di probabilità che una cometa, cadendo sulla superficie del Sole, abbia spostato questo astro e ne abbia staccato alcune piccole parti alle quali avrebbe comunicato un moto di impulsione nello stesso senso, con un solo urto, di modo che i pianeti avrebbero, in altri tempi, appartenuto al corpo del Sole, e ne sarebbero stati staccati da una forza impulsiva comune a tutti, da loro ancor oggi conservata?**

Ciò mi pare probabile tanto quanto l'opinione di Leibniz per il quale i pianeti e la Terra sarebbero stati dei soli: anzi credo che il suo sistema, di cui si troverà un compendio nell'articolo 5, avrebbe acquistato un alto grado di generalità e un po' piú di probabilità, se fosse giunto a formulare questa idea. È qui il caso di credere insieme con lui che la cosa avvenne nel tempo in cui Mosè dice che Dio separò la luce dalle tenebre: infatti, secondo Leibniz, la luce fu separata dalle tenebre quando i pianeti si spensero. Ma qui la separazione è reale e fisica, perché la materia opaca, che compone il corpo dei pianeti, fu effettivamente separata dalla materia luminosa che compone il sole. *134*

Questa idea sulla causa del movimento di impulsione dei pianeti sembrerà meno azzardata quando si riuniranno tutte le analogie che vi hanno rapporto e ci si vorrà prendere la pena di giudicarne le probabilità. La prima è questa direzíone comune del loro movimento di impulsione, che porta tutti i sei pianeti a muoversi da occidente ad oriente: si può già scommettere 64 contro uno che essi non avrebbero avuto questo movimento nel medesimo senso, se non fosse stata questa causa a produrlo, cosa facile a provarsi con la dottrina delle probabilità.

Questa probabilità aumenterà straordinariamente con la seconda analogia, secondo la quale l'inclinazione delle orbite non supera i 7 gradi e mezzo, perché, paragonando gli spazi, si riscontra che, 24 volte contro una, due pianeti si trovano nei piani piú lontani e di conseguenza, $24^5$ volte, cioè 7 692 624 volte contro una, non si trovano casualmente situati e racchiusi tutti e sei, nello spazio di 7 gradi e mezzo, o, e si ritorna alla stessa conclusione, vi è la probabilità che essi abbiano qualcosa in comune nel movimento che ha loro dato questa posizione.* Ma che cosa può esserci di comune nel comunicare un movimento di impulsione se non la forza e la direzione dei corpi che lo comunicano? Si può dunque concludere, con grandissima 135 probabilità, che i pianeti hanno ricevuto il loro movimento di impulsione con una sola scossa. Fissata questa probabilità, che equivale quasi ad una certezza, ricerco quale corpo in movimento può avere provocato questa scossa e prodotto questo effetto: vedo solo le comete capaci di comunicare un movimento cosí grande a corpi cosí estesi.

Per poco che si esamini il corso delle comete, ci si convincerà facilmente che quasi inevitabilmente ne cadono talvolta nel Sole. Quella del 1680 gli si avvicinò talmente da non esserne lontana al suo perielio la sesta parte del diametro solare; e se essa tornerà, come sembra, nel 2255, potrà allora cadere proprio nel Sole: ciò dipende dagli incontri che farà sulla sua strada e dal ritardo che subirà passando nell'atmosfera del sole.[1] *

[1] Vedi Newton, 3ª ed., p. 525.

Possiamo dunque presumere, col filosofo che abbiamo citato, che talvolta cadono comete sul Sole. Ma questa caduta può avvenire in differenti modi: se vi cadono a piombo, o in una direzione che non sia molto obliqua, rimarranno nel Sole, e serviranno di alimento al fuoco che consuma questo astro, e il movimento di impulsione, che avranno perduto e comunicato al Sole, non produrrà altro effetto se non quello di spostarlo piú o meno a seconda della grandezza della massa della cometa. Ma se la caduta della cometa avviene in direzione molto obliqua, cosa piú frequente, allora la cometa si limiterà a sfiorare la superficie del sole o a solcarla ad una piccola profondità e in tal caso potrà uscirne e staccarne qualche parte di materia, alla quale comunicherà un movimento comune di impulsione: queste parti, spinte fuori del corpo del Sole, e la cometa stessa, potranno allora diventare pianeti che gireranno intorno a questo astro nello stesso senso e sul medesimo piano. Si potrà forse calcolare quale massa, quale velocità e quale direzione dovrebbe avere una cometa per staccare dal sole una quantità di materia uguale a quella che contengono i sei pianeti e i loro satelliti. Ma questa ricerca sarebbe qui fuori posto: basterà osservare che tutti i pianeti, con i satelliti, non costituiscono la 650ª parte della massa del Sole,[1] perché la densità dei due grandi pianeti, Saturno e Giove, è minore di quella del Sole e che, quantunque la Terra sia quattro volte e la Luna quasi cinque volte piú densa del Sole, sono solo atomi a paragone della massa di questo astro.

*136*

Ammetto che, per quanto poco considerevole possa essere la 650ª parte di un tutto, di primo acchito sembra che, per separare questa parte dal corpo dal Sole, sarebbe necessaria una cometa potentissima: ma se si presta attenzione alla straordinaria velocità delle comete nel loro perielio, velocità tanto maggiore quanto piú il loro cammino è in direzione diretta e maggiore è la loro vicinanza al Sole, se si presta attenzione alla densità, alla *fissità* e alla solidità della materia di cui esse devono essere composte

*137*

[1] Ibid., p. 405.

per sopportare, senza essere distrutte, il calore inconcepibile cui sono sottoposte vicino al Sole, e se ci si ricorda nello stesso tempo che esse offrono agli occhi degli osservatori un nucleo vivo e solido, che riflette vivacemente la luce del Sole attraverso l'atmosfera immensa della cometa che circonda, indubbiamente oscurandolo, questo nucleo, non si potrà certamente dubitare che le comete non siano composte di una materia molto solida e densa e che non ne contengano, in un piccolo volume, una grande quantità; che, di conseguenza, una cometa non possa avere tanta massa e una velocità tale, da produrre spostamenti nel Sole e imprimere un moto del tipo di quello di un proiettile a una quantità considerevole di materia quanto lo è la 650ª parte di questo astro. Ciò si accorda perfettamente con quanto si sa a proposito della densità dei pianeti; si crede che essa sia tanto minore quanto piú i pianeti sono lontani dal Sole e che essi debbano allora sopportare un minor calore, cosí che Saturno sarebbe meno denso di Giove e Giove molto meno della Terra: in effetti, se la densità dei pianeti fosse, come sostiene Newton, proporzionale alla quantità di calore che hanno da sopportare, Mercurio sarebbe sette volte piú denso della Terra, e ventotto volte piú del Sole, la cometa del 1680 sarebbe 28 000 volte piú densa della Terra, o 112 000 volte piú del Sole e

*138* supponendola grande come la Terra, conterrebbe, sotto questo volume, una quantità di materia eguale piú o meno alla nona parte della massa del Sole, o, non concedendole che la centesima parte della grandezza della Terra, la sua massa sarebbe ancora eguale alla 900ª parte del Sole; da cui è facile concludere che una simile massa, formante una piccola cometa, potrebbe staccare e lanciare fuori del Sole una 900ª o una 650ª parte della sua massa, soprattutto se si fa attenzione all'immensa rapidità che acquistano le comete, quando passano in vicinanza di questo astro.

Un'altra analogia che merita una certa attenzione, è la conformità fra la densità della materia dei pianeti e la densità della materia del Sole. Conosciamo sopra la superficie terrestre ma-

terie 14 o 15 mila volte piú dense le une delle altre: le densità dell'oro e dell'aria sono all'incirca in questo rapporto. L'interno della Terra invece, e i corpi dei pianeti sono composti di parti piú similari, la cui densità, confrontata, varia molto meno, e la conformità della densità della materia dei pianeti con la densità della materia del Sole è tale che, su 650 parti componenti la totalità della materia dei pianeti, vi sono piú di 640 parti quasi della stessa densità della materia del Sole e neppure dieci parti su 650 di densità maggiore. Infatti Saturno e Giove hanno piú o meno la stessa densità del Sole e la quantità di materia che questi due pianeti contengono, è per lo meno 64 volte maggiore della quantità di materia dei quattro pianeti inferiori, Marte, Terra, Venere e Mercurio. Si deve dunque dire che la materia di cui sono composti i pianeti in generale, è pressoché identica a quella che forma il Sole, per cui si può pensare che essa ne sia stata staccata.

*139*

Ma, si dirà, se la cometa, cadendo obliquamente sul Sole, ne ha scavato la superficie e ne ha staccato la materia che compone i pianeti, questi, tutti quanti, invece di descrivere cerchi di cui il Sole è il centro, avrebbero dovuto sfiorare la superficie del Sole ad ogni rivoluzione, tornando al punto da cui si sono staccati, come farebbe ogni proiettile lanciato da un punto della superficie terrestre con forza tale da imprimergli un moto circolare eterno: è facile infatti dimostrare che questo corpo ritornerebbe ad ogni rivoluzione al punto da cui sarebbe stato lanciato. Ma allora è impossibile attribuire all'impulso, comunicato da una cometa, la proiezione dei pianeti fuori del Sole, poiché il loro movimento intorno a questo astro è diverso da quello che risulterebbe da questa ipotesi.

A ciò rispondo che la materia componente i pianeti non si è staccata dall'astro solare in globi già completamente formati, ai quali la cometa avrebbe comunicato il suo movimento di impulsione, ma sotto forma di un torrente in cui il movimento delle parti anteriori ha dovuto essere accelerato da quello delle parti posteriori; ma anche l'attrazione delle prime ha dovuto

*140* accelerare il movimento delle seconde e siffatta accelerazione di movimento, prodotta dall'una o dall'altra di queste cause, e forse da tutte e due, ha potuto essere tale da far loro mutare la primitiva direzione del movimento d'impulsione e da farne risultare il movimento che oggi osserviamo nei pianeti, soprattutto se si supponga che l'urto della cometa abbia spostato il Sole. Per rendere piú evidente quello che abbiamo detto, diamo un esempio: supponiamo di tirare dall'alto di una montagna una palla di moschetto e che la forza della polvere sia tanto grande da spingerla oltre la metà del diametro della Terra. Certamente questa palla farebbe il giro della Terra e tornerebbe a passare ad ogni rivoluzione per il punto dal quale sarebbe stata tirata; ma se, al posto di una palla di moschetto, supponiamo che sia stato lanciato un razzo volante in seno al quale l'azione del fuoco si mantenesse e accelerasse molto il movimento di impulsione, questo razzo, o piuttosto la cartuccia che lo contiene, non ritornerebbe allo stesso punto, come la palla di moschetto, ma descriverebbe un'orbita il cui perigeo sarebbe tanto piú lontano dalla Terra quanto maggiore fosse stata la forza di accelerazione e maggiormente risultasse cambiata la sua prima direzione, ferme restando tutte le altre supposizioni. Sicché, stabilito che vi sia stata accelerazione nel movimento d'impulsione comunicato al torrente di materia dalla caduta della cometa, è molto probabile che i pianeti, formatisi da questo torrente, abbiano acquistato il movimento che loro conosciamo, in cerchi o ellissi di cui il Sole è il centro o il fuoco.

*141* La maniera in cui avvengono le grandi eruzioni dei vulcani, può darci un'idea di questa accelerazione di movimento nel torrente di cui parliamo: si è osservato che, quando il Vesuvio comincia a rumoreggiare e a sputare le materie che lo incendiano, il primo vortice che vomita giunge solo a un certo grado di velocità, velocità ben presto accelerata dalla spinta di un secondo vortice che segue il primo, poi dall'azione di un terzo, e cosí di seguito. Le onde pesanti di bitume, di zolfo, di ceneri, di metallo fuso, sembrano pesantissime nubi e, benché si susse-

guano quasi sempre nella stessa direzione, cambiano molto la direzione del primo vortice e lo spingono da un'altra parte e piú lontano di dove sarebbe giunto da solo.

D'altra parte non si può forse rispondere a questa obiezione che il Sole, colpito dalla cometa, e ricevuta una parte del suo movimento d'impulsione, avrà anch'esso subíto un movimento che l'avrà spostato e che, quantunque esso sia ora troppo poco sensibile perché gli astronomi abbiano potuto scorgerlo in intervalli cosí brevi di tempo, siffatto movimento può ancora durare, per cui il Sole si muoverebbe lentamente verso diverse direzioni dell'universo descrivendo una curva intorno al centro di gravità di tutto il sistema? E se questo corrisponde a verità, come io presumo, ci si accorge chiaramente che i pianeti, invece di tornare presso il Sole ad ogni rivoluzione, avranno descritto orbite i cui punti dei perieli sono tanto piú lontani da questo astro, quanto piú si è allontanato esso stesso dal luogo che occupava anticamente. 142

So che mi si potrà obiettare che, se l'accelerazione del movimento avviene nella stessa direzione, ciò non cambia affatto il punto del perielio, che sarà sempre alla superficie del sole; ma come si fa a pensare che in un torrente di materia, le cui parti si susseguono, non si sia avuto nessun cambiamento di direzione? È, al contrario, molto probabile che un cambiamento di direzione vi sia stato ed anche molto grande, tanto da imprimere ai pianeti il movimento che essi hanno.

Mi si potrà anche obiettare che se il Sole è stato spostato dall'urto della cometa, ha dovuto muoversi uniformemente e che allora, poiché questo movimento è comune a tutto il sistema, non ha dovuto cambiare niente. Ma il Sole non poteva avere, prima dell'urto, un movimento intorno al centro di gravità del sistema delle comete, movimento originario che è stato aumentato o diminuito dall'urto della cometa? Anche questo basterebbe a rendere ragione del movimento attuale dei pianeti.

Infine, se non si vuole ammettere nessuna di queste ipotesi, non si può presumere, senza andare contro la verosimiglianza,

che nell'urto della cometa contro il Sole si sia sviluppata una forza elastica capace di sollevare il torrente sopra la superficie del Sole, invece di spingerlo direttamente in avanti? Questo può bastare ad evitare il punto del perielio e a dare ai pianeti il mo-
*143* vimento che hanno conservato. Questa supposizione non è spoglia di verosimiglianza, perché la materia del Sole può essere molto elastica se quella sola parte che ne conosciamo, la luce, sembra, dai suoi effetti, esserlo perfettamente. Confesso di non poter dire se la direzione del primo movimento di impulsione è cambiata per l'una o per l'altra delle ragioni che ho ora esposto, ma esse sono per lo meno sufficienti a far vedere che un simile mutamento è possibile ed anche probabile, ed è quanto basta al mio argomento.*

Ma senza insistere oltre sulle obiezioni che potrebbero essermi rivolte, e neppure sulle prove che potrebbero fornire le analogie in favore della mia ipotesi, seguiamone l'oggetto e traiamone delle induzioni: vediamo dunque che cosa sia potuto accadere quando i pianeti, e soprattutto la Terra, hanno ricevuto questo movimento d'impulsione ed in quale stato si siano trovati dopo essere stati separati dalla massa del Sole. Dopo che la cometa ha con un sol colpo comunicato un movimento traiettorio a una quantità di materia uguale alla 650ª parte della massa del sole, le particelle meno dense si saranno separate da quelle che lo erano di piú ed avranno formato, seguendo la loro reciproca attrazione, dei globi di differente densità: Saturno, composto dalle parti piú grosse e piú leggere nello stesso tempo, si sarà allontanato piú degli altri dal Sole, poi Giove, piú denso di Saturno, si sarà allontanato un po' meno e cosí di seguito. I pianeti piú grossi e meno densi sono i piú lontani,
*144* perché hanno ricevuto un moto d'impulsione piú forte dei pianeti piú piccoli e piú densi. Poiché infatti il moto d'impulsione si comunica attraverso le superfici, il semplice urto avrà fatto muovere le parti piú grandi e leggere della materia componente il Sole con maggior rapidità che non le parti piú piccole e piú massicce; sarà dunque avvenuta una separazione delle parti di

diversa densità e, posta la densità della materia del Sole uguale a 100, quella di Saturno sarà stata eguale a 67, quella di Giove a 94 $\frac{1}{2}$, quella di Marte a 200, quella della Terra a 400, quella di Venere a 800, e quella di Mercurio a 2800. Ma poiché la forza di attrazione non si comunica, come quella di impulsione, attraverso la superficie, ma esercita la sua azione su tutte le parti della massa, essa avrà trattenuto le parti di materia piú dense e sarà per questa ragione che i pianeti piú densi saranno piú vicini al Sole e gireranno intorno a questo astro con maggiore rapidità dei pianeti meno densi, che sono anche i piú lontani.

I due pianeti maggiori, Giove e Saturno, che formano, come si sa, le parti principali del sistema solare, hanno conservato questo rapporto fra la loro densità e il movimento di impulsione in una proporzione cosí precisa da rimanerne colpiti; la densità di Saturno sta a quella di Giove come 67 sta a 94 $\frac{1}{2}$ e le loro velocità sono pressappoco in proporzione di 88 $\frac{2}{3}$ a 120 $\frac{1}{72}$ o di 67 a 90 $\frac{11}{16}$.* È difficile che da semplici congetture si possano trarre rapporti cosí esatti. È vero che, secondo questo rapporto fra la velocità e la densità dei pianeti, la densità della Terra dovrebbe essere di 206 $\frac{7}{18}$, mentre è di 400. Ma è proprio questo fatto a permetterci di congetturare che il nostro globo fosse all'inizio una volta meno denso di quanto lo è oggi. Per quanto riguarda gli altri pianeti, Marte, Venere e Mercurio, poiché la loro densità è conosciuta solo per ipotesi, non possiamo sapere se ciò distruggerà o confermerà la nostra opinione sul rapporto della velocità e della densità dei pianeti in generale. L'opinione di Newton è che la densità è tanto maggiore, quanto maggiore è il calore cui il pianeta è sottoposto: fondandoci su questa opinione noi abbiamo ora detto che Marte è una volta meno denso della Terra, Venere una volta piú denso, Mercurio sette volte di piú, e la cometa del 1680, 28 000 volte piú della Terra. Ma questa proporzione fra la densità dei pianeti ed il calore che essi devono sopportare, non può sussistere se esaminiamo attentamente Giove e Saturno, i due piú importanti pianeti, che non dobbiamo mai perdere di vista nel sistema

*145*

solare. Infatti, secondo questo rapporto fra la densità e il calore, la densità di Saturno dovrebbe essere all'incirca equivalente a 4 $\frac{7}{18}$ e quella di Giove a 14 $\frac{17}{22}$ invece che a 67 e a 94 $\frac{1}{2}$, differenza troppo grande perché il rapporto fra la densità ed il calore che debbono sopportare i pianeti possa essere ammesso. Cosí, nonostante la fiducia che le ipotesi di Newton meritano, io credo che la densità dei pianeti sia piú in rapporto con la loro
*146* velocità che non con il loro grado di calore. Quest'ultimo non è che una causa finale, mentre l'altro è un rapporto fisico, la cui esattezza è addirittura singolare nei due pianeti maggiori: * è tuttavia vero che la densità della Terra invece di essere 206 $\frac{7}{8}$ è 400, per cui è necessario ammettere che il globo si sia condensato in ragione di 206 $\frac{7}{8}$ a 400.

Ma la condensazione o cozione dei pianeti non ha in ciascuno di loro un certo rapporto con la quantità di calore del Sole? Saturno quindi, che è molto lontano da questo astro, non avrà subíto che poca o addirittura nessuna condensazione, Giove si sarà condensato da 90 $\frac{11}{16}$ a 94 $\frac{1}{2}$: ed allora, poiché il calore del Sole su Giove sta a quello del Sole sulla Terra come 14 $\frac{17}{22}$ sta a 400, le condensazioni saranno avvenute nella stessa proporzione, cosí che se Giove si è condensato da 90 $\frac{11}{16}$ a 94 $\frac{1}{2}$, la Terra avrebbe dovuto condensarsi nella stessa proporzione da 206 $\frac{7}{8}$ a 215 $\frac{990}{1451}$, se si fosse venuta a trovare nella sua orbita, dove avrebbe ricevuto dal Sole una quantità di calore eguale a quella che riceve questo pianeta; ma poiché la Terra si trovava molto piú vicina a questo astro e riceveva una quantità di calore il cui rapporto con la quantità che ne riceve Giove, è di 400 a 14 $\frac{17}{22}$, bisogna moltiplicare la quantità di condensazione cui sarebbe giunta stando nell'orbita di Giove, per il rapporto di 400 a 14 $\frac{17}{22}$, che dà la misura della condensazione della Terra pressappoco in 234 $\frac{1}{2}$. La sua densità era di 206 $\frac{7}{8}$; aggiungendovi la quantità di condensazione, si trova che la sua densità attuale è di 400 $\frac{7}{8}$ che si avvicina molto alla densità
*147* di 400, determinata dalla parallasse della luna: del resto non pretendo qui di dare rapporti esatti, ma soltanto approssima-

zioni, per far vedere che le densità dei pianeti hanno uno stretto rapporto con la velocità delle loro orbite.

La cometa, cadendo obliquamente sul Sole, ne avrà dunque scavata la superficie e avrà spinto fuori del corpo di questo astro una quantità di materia eguale alla 650ª parte della sua massa totale; questa materia che si deve pensare allo stato fluido, o piuttosto in liquefazione, avrà all'inizio formato un torrente, le parti piú grosse e meno dense saranno state spinte il piú lontano possibile, e le parti piú piccole e piú dense, che avranno ricevuto la stessa spinta, non si saranno allontanate molto e sarà stata la forza di attrazione del Sole a trattenerle. Tutte le parti staccate dalla cometa e spinte le une dalle altre, saranno state costrette a girare intorno a questo astro e nello stesso tempo l'attrazione reciproca delle parti della materia avrà formato dei globi a distanze diverse; di essi i piú vicini al Sole avranno necessariamente conservato maggiore velocità per girare intorno a questo astro eternamente.

Ma, si osserverà per una seconda volta, se la materia che compone i pianeti è stata staccata dal corpo del Sole, i pianeti dovrebbero, come il Sole, essere ardenti e luminosi, non freddi ed opachi come invece sono: non c'è nulla che abbia minor somiglianza con questo globo di fuoco di un globo di terra e di acqua, e se si paragona la materia della Terra e dei pianeti con quella del Sole, si trova che è diversa.

*148* A ciò si può rispondere che, nella separazione avvenuta delle particelle piú o meno dense, la materia ha cambiato forma e che la luce od il fuoco si sono spenti per questa separazione causata dal movimento di impulsione. D'altra parte, non si può sospettare che se il Sole o qualche altra stella dotata di calore e di luce propria si muovessero alla velocità cui si muovono i pianeti, forse il fuoco si spegnerebbe e che è per questa ragione che tutte le stelle luminose sono fisse al loro posto, mentre le stelle chiamate nuove lo hanno probabilmente cambiato e si sono spente agli occhi degli stessi osservatori? Ciò è confermato da quanto è stato osservato sulle comete: esse devono

bruciare fino al centro quando passano al perielio, tuttavia non acquistano luce propria, e si vede soltanto che esalano vapori ardenti che perdono in buona parte cammin facendo.

Convengo che se il fuoco può esistere in uno spazio in cui non vi sia nessuna resistenza o ben poca, esso potrebbe anche sopportare un forte movimento senza spegnersi; e convengo inoltre che quanto ho detto deve riferirsi solo alle stelle che scompaiono per sempre, perché quelle che hanno ritorni periodici, cioè che si mostrano e scompaiono alternativamente senza cambiar luogo, sono molto differenti da quelle di cui parlo io. I fenomeni di questi singolari astri sono stati spiegati in modo 149 molto esauriente dal Maupertuis nel suo *Discorso sulla forma degli astri* e sono convinto che, prendendo quale punto di partenza i fatti da noi conosciuti, non è possibile fare delle ipotesi migliori delle sue. Le stelle che sono apparse e poi scomparse per sempre si sono molto probabilmente spente, sia per la rapidità del loro movimento, sia per qualche altra causa, e non abbiamo esempio in natura di un astro luminoso che giri intorno ad un altro astro: di ventotto o trenta comete e di tredici pianeti che compongono il nostro sistema, e che si muovono intorno al Sole con maggiore e minore rapidità, non ve ne è uno che abbia luce propria.

Si potrebbe anche rispondere che il fuoco non può permanere per altrettanto tempo nelle piccole come nelle grandi masse e che all'uscita dal Sole i pianeti hanno dovuto bruciare per un po' di tempo, ma che poi si sono spenti per mancanza di materia combustibile, e che il Sole si spegnerà probabilmente per la stessa ragione, ma in tempi futuri cosí lontani da quelli in cui si sono spenti i pianeti, in proporzione alla differenza che c'è fra la sua grandezza e quella dei pianeti; comunque sia, la separazione delle parti piú o meno dense, avvenuta necessariamente nel tempo in cui la cometa ha spinto fuori dal Sole la materia che poi ha formato i pianeti, mi sembra sufficiente per rendere ragione di questa estinzione dei loro fuochi.

La Terra ed i pianeti, dunque, quando sono usciti dal Sole, ardevano ed erano in uno stato di totale liquefazione; questo stato di liquefazione è durato solo tanto quanto è durata la violenza del calore che l'aveva prodotto; a poco a poco i pianeti si sono raffreddati, ed è proprio quando si trovavano allo stato di fluidità, causato dal fuoco, che devono aver preso la loro forma e che il loro movimento di rotazione deve aver sollevato le zone dell'equatore e abbassato i poli. Questa forma, che si accorda cosí bene con le leggi dell'idrostatica, presuppone necessariamente che la Terra e i pianeti si siano trovati allo stato fluido, ed io sono dell'opinione del Leibniz;[1] questo stato di fluidità era dovuto a una liquefazione prodotta dalla violenza del calore, l'interno della Terra doveva essere di una materia fusa di cui le sabbie, i quarzi, la roccia viva, i graniti, e forse le argille sono frammenti e scorie.*

150

Si può dunque credere con una certa verosimiglianza che i pianeti siano appartenuti al Sole, che essi ne siano stati separati da un solo urto che ha loro impresso un movimento di impulsione nella stessa direzione e nello stesso piano e che le loro diverse distanze dal Sole derivino solo dalle loro diverse densità. Resta ora da spiegare, con la stessa teoria, il movimento di rotazione dei pianeti e la formazione dei satelliti: ma ciò, lungi dall'aggiungere difficoltà od impossibilità alla nostra ipotesi, sembra al contrario confermarla.

Il movimento di rotazione dipende infatti solo dall'obliquità del colpo: un'impulsione, quando è obliqua rispetto alla superficie di un corpo, deve necessariamente imprimere a questo corpo un movimento di rotazione, che sarà eguale e rimarrà sempre lo stesso, se il corpo che lo riceve è omogeneo, mentre sarà ineguale, se il corpo che lo riceve è formato di parti eterogenee e di differente densità. Se ne deve concludere che in ciascun pianeta la materia è omogenea, poiché il suo movimento di rotazione è eguale: altra prova della separazione avvenuta fra le parti dense e meno dense quando i pianeti si sono formati.

151

[1] Leibniz, *Protogaea*, Acta Eruditorum, Lipsiae (1692).

L'obliquità del colpo può essere stata tale da separare dal corpo del pianeta principale piccole parti di materia che avranno conservato la stessa direzione di movimento del pianeta stesso. Queste parti si saranno riunite, secondo la loro densità, a diverse distanze dal pianeta per la forza della loro reciproca attrazione, e nello stesso tempo avranno necessariamente seguito il pianeta nel suo cammino intorno al sole, girando esse stesse intorno al pianeta pressappoco sul piano della sua orbita. Ci si rende facilmente conto che queste piccole parti, separate dalla grande obliquità del colpo, sono i satelliti: cosí la formazione, la posizione e la direzione dei movimenti dei satelliti si accordano perfettamente con la teoria, perché hanno tutti la stessa direzione di movimento nei cerchi concentrici descritti intorno al loro pianeta principale, il loro movimento è nello stesso piano e questo piano è quello dell'orbita del pianeta. Tutte queste circostanze che sono loro comuni e che dipendono dal movimento di impulsione, non possono venire che da una causa comune, cioè da un impulso comune di movimento, che è stato loro comunicato da un solo e medesimo colpo dato con una certa obliquità.

*152* Ciò che abbiamo detto sulla causa del movimento di rotazione e della formazione dei satelliti, acquisterà maggiore probabilità, se prestiamo attenzione a tutte le circostanze che accompagnano questi fenomeni. I pianeti che girano piú velocemente intorno al loro asse, sono quelli che hanno dei satelliti. La terra gira piú velocemente di Marte secondo un rapporto approssimativo di 24 a 15; la Terra ha un satellite, Marte non ne ha nessuno. Notiamo soprattutto Giove la cui velocità intorno al suo asse è cinque o seicento volte piú grande di quella della Terra, e che ha quattro satelliti: è molto probabile che Saturno che ne ha cinque piú un anello, giri ancora piú velocemente di Giove.

Si può anche supporre, non senza fondamento, che l'anello di Saturno sia parallelo all'equatore di questo pianeta, in modo tale che il piano dell'equatore dell'anello e quello dell'equa-

tore di Saturno siano pressappoco gli stessi; infatti supponendo, secondo la precedente teoria, che l'obliquità dell'urto col quale Saturno è stato posto in movimento sia stata grandissima, la velocità intorno all'asse, che ne sarà derivata, avrà potuto in un primo momento essere tale da riuscire la forza centrifuga a superare quella di gravità. Sarà allora avvenuto che una grossa massa di materia si sarà staccata dall'equatore del pianeta e dalle zone vicine ed avrà necessariamente preso la figura di un anello, il cui piano sarà stato pressappoco lo stesso di quello dell'equatore del pianeta. La massa di materia formante l'anello, si sarebbe dunque distaccata dal pianeta vicino all'equatore, punto in cui Saturno avrà subito in proporzione un abbassamento, per cui, malgrado la grande rapidità da noi attribuitagli per ipotesi intorno al suo asse, i diametri di questo pianeta possono non risultare ineguali come quelli di Giove, che differiscono piú di una undicesima parte.

153

Ma per quanto grande sia, a mio giudizio, la probabilità di quanto ho detto fino ad ora sulla formazione dei pianeti e dei loro satelliti, poiché ciascuno ha la propria misura, soprattutto quando si tratti di valutare probabilità di questo genere, e poiché questa misura dipende dalla forza che lo spirito possiede nel combinare rapporti piú o meno distanti, non pretendo di costringere a crederci quelli che non vorranno crederci affatto. Mi sono soltanto sentito in dovere di esporre queste idee, perché mi sono sempre sembrate ragionevoli e adatte a spiegare una materia su cui non è stato mai scritto nulla, per quanto importante ne sia l'argomento: infatti il movimento d'impulsione dei pianeti entra almeno per metà nella composizione del sistema dell'universo, che la sola forza di attrazione non giunge a spiegare. Aggiungerò soltanto, per quanti vorranno negare la possibilità del mio sistema, le seguenti questioni:

1. Non è del tutto naturale immaginare che un corpo in movimento abbia ricevuto questo movimento dall'urto ricevuto da un altro corpo?

2. Non è molto probabile che piú corpi, i cui movimenti hanno la stessa direzione, l'abbiano ricevuta da un solo o da molti urti diretti nello stesso senso?

154 3. Non è del tutto probabile che vari corpi, i cui movimenti abbiano la stessa direzione e che giacciano su di uno stesso piano, abbiano ricevuto questa direzione nello stesso senso e questa posizione nello stesso piano, non da molti, ma da un solo e medesimo colpo?

4. Non è molto probabile che un corpo, quando riceve un movimento di impulsione, lo riceva anche obliquamente e di conseguenza sia obbligato a girare su di sé con tanta maggiore velocità quanto maggiore sarà stata l'obliquità dell'urto? Se queste questioni non appaiono prive di senso, il sistema, di cui noi abbiamo sopra tracciato uno schizzo, cesserà di sembrare un'assurdità.

Passiamo ora a qualche cosa che ci tocca piú da vicino ed esaminiamo la forma della Terra sulla quale sono state fatte tante ricerche e cosí vaste osservazioni.* La Terra, come ci dimostra la regolarità del suo moto diurno e la costanza dell'inclinazione del suo asse, è composta di parti omogenee che si attirano in ragione delle loro masse; essa avrebbe acquistato necessariamente la figura di un globo perfettamente sferico, se il movimento di impulsione fosse stato impresso in una direzione perpendicolare alla superficie, ma poiché esso è stato impresso obliquamente, la Terra ha girato sul suo asse nello stesso tempo in cui ha preso la sua forma e dalla combinazione di questo movimento di rotazione e di quello di attrazione delle parti è risultata una figura sferoide piú elevata sotto il grande cerchio

155 di rotazione e piú abbassata alle due estremità dell'asse: ciò è avvenuto perché l'azione della forza centrifuga, originata dal movimento di rotazione, diminuisce l'azione della gravità. Cosí la Terra che è omogenea e che ha preso consistenza nello stesso tempo in cui ha ricevuto il suo movimento di rotazione, ha dovuto assumere una forma sferoide i cui due assi differiscono di una 230ª parte. Tutto ciò può rigorosamente dimo-

strarsi e non dipende affatto dalle ipotesi che vorranno farsi sulla direzione della gravità, perché non è permesso fare ipotesi contrarie alle verità stabilite o che si possono stabilire. Ma le leggi della gravità ci sono note: non possiamo mettere in dubbio che i corpi non gravino gli uni sugli altri in ragione diretta delle loro masse e inversa del quadrato delle loro distanze, cosí come non possiamo mettere in dubbio che l'azione generale esercitata da una massa qualunque non sia composta da tutte le azioni particolari esercitate dalle parti di questa massa. Non vi sono dunque ipotesi da fare sulla direzione della gravità, ciascuna parte di materia si attira reciprocamente in ragione diretta della sua massa e inversa del quadrato della distanza, e da tutte queste attrazioni vien fuori una sfera quando non vi sia unita nessuna rotazione, e uno sferoide quando invece la rotazione c'è. Questo sferoide è piú o meno abbassato alle due estremità dell'asse di rotazione in proporzione della velocità di questo movimento e la terra ha assunto, in virtú della sua velocità di rotazione e dell'attrazione reciproca di tutte le sue parti, la figura di uno sferoide, i cui due assi stanno fra di loro in un rapporto di 229 a 230.

*156* Cosí per la sua costituzione originaria, per la sua omogeneità, e indipendentemente da ogni ipotesi sulla direzione della gravità, la Terra ha preso questa forma nel periodo della sua formazione, ed in virtú delle leggi della meccanica è necessariamente sollevata di circa sei leghe e mezzo, a ciascuna estremità del diametro dell'equatore piú che ai poli.

Insisto su questo punto perché vi sono ancora dei geometri per i quali la forma della Terra dipende in teoria dal sistema di filosofia che hanno abbracciato e dalla direzione che suppongono di poter assegnare alla gravità.*

La prima cosa che dobbiamo dimostrare, è l'attrazione reciproca di tutte le parti della materia, e la seconda è l'omogeneità del globo terrestre. Se noi mostriamo chiaramente che ambedue questi fatti non possono essere messi in dubbio, non vi sarà piú nessuna ipotesi da fare sulla direzione della gravità, e alla Terra

verrà necessariamente attribuita la forma determinata da Newton e tutte le altre forme che si vorranno affibbiarle, mediante i vortici od altre ipotesi, non potranno reggere.

Non si può porre in dubbio, a meno che non si dubiti di tutto, che non sia la forza di gravità a trattenere i pianeti nelle loro orbite: i satelliti di Saturno gravitano verso Saturno, quelli di Giove verso Giove, la Luna verso la Terra, e Saturno, Giove, Marte, la Terra, Venere e Mercurio gravitano verso il Sole; alla stessa maniera Saturno e Giove gravitano verso i loro satelliti, la Terra gravita verso la Luna ed il Sole gravita verso i pianeti: la gravità è dunque generale e reciproca in tutti i pianeti, perché l'azione di una forza non può esercitarsi senza che vi sia reazione. Tutti i pianeti esercitano dunque la loro reciproca azione gli uni sugli altri: questa attrazione reciproca serve di fondamento alle leggi del loro movimento ed è dimostrata dai fenomeni che ne risultano. Quando Saturno e Giove sono in congiunzione, agiscono l'uno sull'altro e questa attrazione produce una irregolarità nel loro movimento intorno al Sole; lo stesso si può dire per la Terra e la Luna, esse agiscono reciprocamente l'una sull'altra, ma le irregolarità del movimento della Luna provengono dall'attrazione del Sole, cosí che il Sole, la Terra e la Luna agiscono reciprocamente gli uni sugli altri. Ora questa attrazione reciproca che i pianeti esercitano, è proporzionale, quando le loro distanze sono eguali, alla loro quantità di materia, come le è proporzionale la stessa forza di gravità che fa cadere i gravi sulla superficie della Terra e che si estende fino alla Luna: si può allora concludere che la gravità totale di un pianeta è determinata dalla gravità di ciascuna delle parti che lo compongono, che tutte le parti della materia, sia nella Terra, sia nei pianeti, gravitano le une sulle altre, e che tutte le parti della materia si attirano dunque reciprocamente. E una volta dimostrato tutto ciò, ci si accorge come la Terra abbia dovuto, col suo movimento di rotazione, prendere necessariamente la figura di uno sferoide i cui assi sono fra loro nel rapporto di 229 a 230, e che la direzione della pesantezza è

necessariamente perpendicolare alla superficie di questo sferoide.* 158
Non vi sono dunque ipotesi da fare sulla direzione della pesantezza, a meno che non si neghi l'attrazione reciproca e generale delle parti della materia: ma abbiamo visto proprio ora che l'attrazione reciproca è dimostrata dalle osservazioni e che le esperienze dei pendoli provano che è comune a tutte le parti della materia, per cui non si possono fare ipotesi nuove sulla direzione della pesantezza, senza andare contro l'esperienza e la ragione.

Veniamo ora a trattare dell'omogeneità del globo terrestre. Confesso che se si suppone una maggiore densità di certe parti del globo in confronto ad altre, la direzione della gravità dovrà essere diversa da quella che ora le abbiamo assegnato, e che sarà diversa secondo le differenti ipotesi che si formuleranno in proposito, e che anche la forma della Terra risulterà diversa in virtú di queste stesse ipotesi. Ma quali sono le ragioni per credere che la cosa stia cosí? Perché, per esempio, si sostiene che le parti vicine al centro siano piú dense di quelle che ne sono piú lontane? Tutte le particelle che formano il globo non sono riunite per la loro reciproca attrazione? Ma allora ogni particella diventa un centro e non vi sono ragioni per credere che le parti intorno al punto centrale del globo siano piú dense di quelle che sono intorno ad un altro punto; se d'altra parte buona parte del globo fosse piú densa di un'altra sua parte, l'asse di rotazione si troverebbe piú vicino alle parti piú dense e ne risulterebbe una ineguaglianza nella rivoluzione diurna, 159
cosí che alla superficie della Terra noteremmo un'ineguaglianza nel movimento apparente delle stesse fisse: ci sembrerebbe di vederle muoversi molto piú velocemente o molto piú lentamente allo zenit che all'orizzonte, a seconda che ci trovassimo sulle parti dense o su quelle leggere del globo. L'asse della Terra, non passando piú per il centro del globo, muterebbe molto sensibilmente anche la sua posizione; ma tutto ciò non avviene e si sa invece che il movimento diurno della Terra è uguale ed uniforme, si sa che da tutte le parti della superficie

della Terra le stelle sembrano muoversi con la stessa rapidità a tutte le altezze, e se vi è un mutamento nell'asse, è tanto irrilevante da sfuggire agli osservatori: si deve dunque concludere che il globo è omogeneo o quasi omogeneo in tutte le sue parti.*

Se la Terra fosse un globo cavo e vuoto la cui crosta non superasse, per esempio, le due o tre leghe di spessore, ne risulterebbe: 1) che le montagne sarebbero in tal caso parti cosí considerevoli dello spessore totale della crosta, che vi sarebbe grande irregolarità nei movimenti della Terra per l'attrazione della Luna e del Sole; quando la Luna si venisse a trovare sopra il meridiano delle parti piú elevate del globo, per esempio sopra le Cordigliere, l'attrazione sarebbe, nell'intero globo, molto piú forte di quando questo astro si venisse a trovare sopra il meridiano delle parti piú basse. 2) L'attrazione delle montagne sarebbe molto piú forte a paragone dell'attrazione totale del globo e le esperienze fatte sulla montagna di Chimborazo in Perú,* segnerebbero in tal caso una deviazione del filo a piombo di piú gradi di quanti secondi hanno effettivamente segnato. 3) La pesantezza dei corpi sarebbe maggiore sopra un'alta montagna, come il Picco di Teneriffa, che al livello del mare, cosicché ci si sentirebbe piú pesanti e si camminerebbe con molta maggiore difficoltà nei luoghi elevati che non in quelli bassi. Queste considerazioni ed alcune altre che vi si potrebbero aggiungere, debbono farci credere che l'interno del globo non sia vuoto, ma riempito di una materia abbastanza densa.

160

D'altra parte, se, a due o tre leghe sotto la sua superficie, la Terra fosse riempita di una materia molto piú densa di tutte le materie che conosciamo, accadrebbe necessariamente che, ogni qual volta si scendesse a profondità anche soltanto medie, si peserebbe molto di piú, i pendoli acquisterebbero un'accelerazione molto maggiore di quella che acquistano di fatto, quando lí si trasporti da un luogo elevato ad uno basso: cosí noi possiamo presumere che l'interno della Terra sia ripieno di una materia piú o meno simile a quella che costituisce la sua superficie. Ciò che può finire di deciderci in favore di

questa opinione, è il fatto che nel periodo della prima formazione del globo, quando esso ha preso forma di uno sferoide appiattito ai poli, la materia che lo compone era in fusione, di conseguenza omogenea e pressappoco egualmente densa in tutte le sue parti, sia in superficie sia all'interno. Dopo questo periodo *161* di tempo la materia della superficie, benché fosse sempre la stessa, è stata mossa e rimaneggiata da cause esterne, cosí che si sono prodotte materie di diversa densità. Ma si deve far notare che materie quali l'oro e i metalli, che sono le piú dense, sono anche quelle che si trovano piú raramente e che, per l'azione delle cause esterne, la maggior parte della materia che compone il globo in superficie, non ha subíto grandi cambiamenti in rapporto alla sua densità: le materie piú comuni, quali la sabbia e l'argilla non differiscono molto in densità, cosí che si può liberamente congetturare con una certa probabilità che l'interno della Terra è ripieno di una materia vetrificata la cui densità è pressappoco la stessa di quella della sabbia e che di conseguenza il globo terrestre nel suo insieme può essere considerato omogeneo.

Resta una sola speranza a quanti vogliono fare assolutamente delle supposizioni, sostenere cioè che il globo è formato di strati concentrici con diverse densità, perché in tal caso il movimento diurno sarà eguale e l'inclinazione dell'asse costante, come nel caso dell'omogeneità: lo ammetto, ma domando, nello stesso tempo, se vi sia qualche ragione per credere che questi strati di diverse densità esistano, se non per volere che le opere della natura si adeguino alle nostre idee astratte e chiedo se si debba ammettere in fisica un'ipotesi che non sia fondata su nessuna osservazione, su nessuna analogia, e che non si accorda con *162* nessuna delle induzioni che possiamo trarre da qualche altra parte.*

Sembra dunque che la Terra abbia preso, in virtú dell'attrazione reciproca delle sue parti e del suo movimento di rotazione, la figura di uno sferoide i cui due assi differiscono di una 230ª parte: questa sembra essere stata la sua forma primitiva,

quella forma che essa deve necessariamente aver presa nel periodo di tempo in cui si trovava allo stato fluido o liquefatto; sembra che in virtú delle leggi della gravità e della forza centrifuga, essa non ne possa avere nessun'altra e che, dall'istante stesso della sua formazione, si sia avuta fra i due diametri questa differenza di sei leghe e mezzo di sollevamento in piú all'equatore che non ai poli e che, di conseguenza, tutte le ipotesi da cui si ricava una maggiore o minore differenza siano pure immaginazioni alle quali non bisogna prestare nessuna attenzione.

Ma, si dirà, se la teoria è vera, se il rapporto di 229 a 230 è il vero rapporto degli assi, perché i matematici inviati in Lapponia e in Perú sono d'accordo nell'assegnare quello di 174 a 175? * Donde può venire questa differenza fra la pratica e la teoria? E, senza che si faccia torto al ragionamento ora sviluppato per dimostrare la teoria, non è piú ragionevole dare la preferenza alla pratica ed alle misure, soprattutto quando si è certi che sono state prese dai piú abili matematici d'Europa,[1] con tutte le precauzioni necessarie per constatarne il risultato?

A ciò rispondo che non è mia intenzione attaccare i risul-
*163* tati delle osservazioni fatte all'equatore ed al circolo polare, che non ho alcun dubbio circa la loro esattezza e che la Terra può ben essere sollevata di una 175ª parte piú all'equatore che non ai poli: ma nello stesso tempo rimango fedele alla teoria e vedo con chiarezza come questi risultati possano conciliarsi. La differenza fra i due risultati ottenuti dalla teoria e dalle misure prese, è di circa quattro leghe nei due assi, per cui le zone poste all'equatore sono sollevate due leghe piú di quanto dovrebbero essere secondo la teoria: questa altezza di due leghe corrisponde con una certa esattezza alle piú grandi ineguaglianze della superficie del globo, che derivano dal movimento del mare e dall'azione degli elementi allo stato fluido sulla superficie della terra. Eccone la spiegazione: io penso che nel

[1] MAUPERTUIS, *Figure de la Terre.*

tempo in cui la Terra si è formata, essa ha necessariamente dovuto prendere, in virtú dell'attrazione reciproca delle sue parti e dell'azione della forza centrifuga, la figura di uno sferoide i cui assi differiscono di una 230ª parte. La Terra antica e originaria deve avere necessariamente assunto questo forma, presa quando la sua materia era fluida o piuttosto liquefatta dal fuoco. Ma quando, dopo la sua formazione e il suo raffreddamento, i vapori che erano estesi e rarefatti, cioè allo stato in cui oggi vediamo l'atmosfera e la coda di una cometa, si furono condensati, essi caddero sulla superficie della Terra e formarono l'aria e l'acqua. Quando queste acque, depositatesi sulla superficie, furono mosse dalla bassa e dall'alta marea, le materie furono trascinate a poco a poco dai poli verso l'equatore: fu probabilmente allora che le regioni dei poli si abbassarono di circa una lega e quelle dell'equatore si sollevarono nella stessa misura. Ciò non è avvenuto d'un tratto, ma a poco a poco nel susseguirsi dei tempi: la Terra era all'esterno esposta ai venti, all'azione dell'aria e del sole e tutte queste cause irregolari, insieme all'alta ed alla bassa marea, hanno concorso a solcare la sua superficie, a scavarvi degli abissi, a sollevarvi montagne che hanno prodotto ineguaglianze ed irregolarità in questo strato di terra rimossa, il cui maggiore spessore non può essere tuttavia che di una lega all'equatore. Questa ineguaglianza di due leghe è forse la maggiore che possa trovarsi sulla superficie della Terra, perché le piú alte montagne non superano una lega di altezza e le maggiori profondità forse non la raggiungono. La teoria è dunque vera come può esserlo la pratica: la Terra non ha dovuto all'inizio essere sollevata all'equatore che di circa sei leghe e mezzo piú che al polo, e poi per i cambiamenti sopravvenuti alla sua superficie essa ha potuto sollevarsi ancora di piú. La storia naturale conferma meravigliosamente questa opinione, e noi abbiamo provato nel discorso precedente che sono le alte e le basse maree e gli altri movimenti delle acque che hanno prodotto le montagne e tutte le ineguaglianze della superficie del globo; che questa medesima superficie ha

*164*

subíto fortissimi cambiamenti; che a grandi profondità come sulle piú alte montagne si trovano ossa, conchiglie ed altre
*165* spoglie di animali, abitanti dei mari e della superficie della terra.

Si può congetturare, da ciò che abbiamo detto finora, che per trovare la terra primitiva e le materie che non sono mai state mosse, bisognerebbe scavare nelle zone vicine ai poli, dove lo strato di terra rimosso deve essere piú sottile che nelle regioni meridionali.

Del resto se si esaminano attentamente le misurazioni mediante le quali è stata determinata la forma della Terra, si vedrà quanto di ipotetico entri nella determinazione che ne è stata data: essa suppone la Terra con una forma curva regolare, quando dovrebbe invece tener conto che la superficie del globo, alterata da una grande quantità di cause combinate all'infinito, non ha affatto una forma regolare, per cui la Terra potrebbe ben essere appiattita di una 230ª parte, come afferma Newton e richiede la teoria. D'altra parte si sa bene che, quantunque si possegga esattamente la lunghezza di un grado al circolo polare e all'equatore, non si ha altrettanto esattamente la lunghezza del grado in Francia e non è stata verificata la misura data dal Picard.* Aggiungete a ciò che la diminuzione e l'aumento della oscillazione del pendolo non si accordano con il risultato delle misure, mentre si accordano molto da vicino con la teoria di Newton: ecco piú di quanto è necessario per credere che la Terra sia realmente appiattita di una 230ª parte e che, se vi è qualche differenza, può derivare solo dalle ineguaglianze che le acque e le altre cause esterne hanno prodotto alla sua superficie, e poiché queste ineguaglianze, secondo tutte le apparenze,
*166* sono piú irregolari che regolari, non si devono fare ipotesi su ciò né supporre, come invece si è fatto, che i meridiani siano ellissi o altre curve regolari: ci si rende allora conto che, anche misurando successivamente vari gradi della Terra in tutti i sensi, non si avrebbe neppure cosí la misura esatta del suo appiattimento in piú o in meno di una 230ª parte.*

Non si deve fare anche l'ipotesi che se l'inclinazione dell'asse della Terra è cambiata, ciò può essere avvenuto solo in virtú dei cambiamenti sopraggiunti alla sua superficie, poiché tutto il resto del globo è omogeneo; che, di conseguenza, questa variazione è troppo poco sensibile, perché gli astronomi se ne accorgano e che, se la Terra non si scontra con qualche cometa o non viene disturbata da qualche altra causa esteriore, il suo asse rimarrà per sempre inclinato come lo è oggi, e come lo è sempre stato?

E per non tralasciare nessuna delle congetture che mi sembrano fornite di una certa ragionevolezza, si può dire che, come le montagne e le ineguaglianze poste sulla superficie della Terra sono state formate dall'azione dell'alta e della bassa marea, cosí le montagne e le diseguaglianze che notiamo sulla superficie della Luna, sono state prodotte da una causa del tutto simile; che la loro maggiore altezza rispetto a quelle della Terra è da riportarsi al fatto che l'alta e la bassa marea vi si manifestano in misura molto maggiore, perché qui è la Luna ad esserne la causa e là è la Terra, la cui massa, molto piú grande di quella della Luna, dovrebbe produrre effetti molto piú rilevanti, se la Luna avesse, come la Terra, un movimento di rotazione rapida, mediante il quale essa ci presenterebbe, successivamente, tutte le parti della sua superficie; ma poiché la Luna presenta sempre alla Terra la medesima faccia, l'alta e la bassa marea non possono esercitarsi in questo pianeta che in virtú del suo movimento di librazione, mediante il quale esso ci scopre alternativamente un tratto della sua superficie, fatto che deve produrre una specie di alta e bassa marea molto diversa da quella dei nostri mari, e i cui effetti devono essere molto meno notevoli di quanto non lo sarebbero, se tale movimento avesse per causa una rivoluzione di questo pianeta intorno al suo asse, rapida quanto la rotazione del globo terrestre.

*167*

Avrei potuto scrivere un libro grosso come quelli di Burnet o Whiston, se avessi voluto presentare diffusamente le idee che formano il sistema che ho sopra esposto; dando l'impressione

di averle trattate geometricamente, come ha fatto quest'ultimo autore, avrei loro dato nello stesso tempo molta importanza. Ma io penso che delle ipotesi, per quanto verosimili esse siano, non devono essere trattate con quella pompa che sa un po' di ciarlataneria.

Buffon, 20 settembre 1745

# ARTICOLO 2

## Sul sistema di Whiston

WILLIAM WHISTON, *A New Theory of the Earth* (Londra 1708)*

Questo autore comincia il suo trattato sulla teoria della terra con una dissertazione sulla creazione del mondo: egli sostiene che il testo della Genesi sia stato compreso sempre male, che si sia sempre rimasti troppo attaccati alla lettera ed al senso che si offre a prima vista, senza fare attenzione a ciò che la natura, la ragione, la filosofia, ed anche la convenienza esigevano dallo scrittore per trattare degnamente siffatta materia. Egli dice che le nozioni che comunemente si hanno sulla creazione in sei giorni, sono assolutamente false e che la descrizione di Mosè non è una narrazione esatta e filosofica della creazione dell'universo intero e dell'origine di tutte le cose, ma una rappresentazione storica della formazione del solo globo terrestre. La terra, secondo lui, esisteva prima del caos ed ha ricevuto, nel tempo menzionato da Mosè, la forma, la posizione e la consistenza necessaria per poter essere abitata dal genere umano. Non entreremo affatto nei particolari delle sue prove a tal riguardo e non cercheremo di darne la confutazione; l'esposizione che or ora abbiamo fatto, basta a dimostrare l'opposizione della sua opinione con la fede e, di conseguenza, l'insufficienza

169

delle prove: del resto egli tratta questa materia da teologo controversista piuttosto che da filosofo illuminato.

Partendo da questi falsi princípi, egli passa a supposizioni ingegnose che, quantunque stravaganti, non mancano di un certo grado di verosimiglianza, quando si voglia, insieme a lui, abbandonarsi all'entusiasmo di costruire sistemi. Egli dice che l'antico caos, da cui ha avuto origine la nostra terra, consisteva nell'atmosfera di una cometa; che il movimento annuale della terra è cominciato nel tempo in cui essa ha preso una nuova forma, ma che il suo movimento diurno non è cominciato che al tempo della caduta del primo uomo; che il cerchio dell'eclittica tagliava allora il tropico del Cancro al limite del paradiso terrestre sulla frontiera dell'Assiria, dal lato nord-ovest; che prima del diluvio l'anno cominciava all'equinozio di autunno; che le orbite originarie dei pianeti e soprattutto l'orbita della terra, erano prima del diluvio cerchi perfetti; che il diluvio è cominciato il 18° giorno di novembre del 2365 secondo l'anno giuliano, cioè 2349 anni prima dell'era cristiana; che l'anno solare e l'anno lunare erano gli stessi prima del diluvio e che erano esattamente formati da 360 giorni; che una cometa, discendendo nel piano dell'eclittica verso il suo periclio è passata molto *170* vicina al globo della terra il giorno stesso in cui il diluvio è cominciato; che c'è un grande calore all'interno del globo terrestre, che si diffonde costantemente dal centro alla circonferenza; che la formazione interna e completa della terra è come quella di un uovo, antico emblema del globo; che le montagne sono le parti piú leggere della terra, eccetera. Attribuisce poi al diluvio universale tutti i mutamenti e tutte le alterazioni sopravvenute sulla superficie e all'interno del globo, adotta ciecamente tutte le ipotesi di Woodward e si serve indistintamente di tutte le osservazioni di questo autore sullo stato presente del globo, ma vi aggiunge molte cose quando viene a trattare dello stato futuro della terra: secondo lui, essa sarà consumata dal fuoco, e la sua distruzione sarà preceduta da terremoti spaventosi, da tuoni e da meteore terrorizzanti, il

sole e la luna assumeranno un aspetto sinistro, i cieli sembreranno sfasciarsi, l'incendio divamperà ovunque, in tutta la terra; ma quando il fuoco avrà divorato tutto ciò che essa contiene di impuro, quando l'avrà vetrificata e resa trasparente come il cristallo, i santi ed i beati verranno a prenderne possesso per abitarla fino al giorno del giudizio universale.

Tutte queste ipotesi sembrano in un primo momento affermazioni temerarie, per non dire stravaganti; tuttavia l'autore le ha manovrate con tanta abilità e le ha riunite con tanta forza da non farle piú sembrare del tutto chimeriche: egli mette nel suo argomento tanto spirito e tanta scienza, quanta esso può permettergliene e ci si meraviglierà sempre molto che, da una mescolanza di idee cosí bizzarre e cosí poco adatte a stare in- *171* sieme, si sia potuto tirare fuori un sistema abbagliante che non tanto appare tale agli spiriti volgari, ma agli occhi dei dotti, perché i dotti rimangono piú facilmente colpiti degli spiriti volgari dallo sfoggio dell'erudizione e dalla forza e novità delle idee. Il nostro autore era un celebre astronomo, abituato a vedere il cielo, a misurare i movimenti degli astri, a distribuire simmetricamente gli spazi dei cieli; non è mai riuscito a persuadersi che questo granellino di sabbia, questa terra che noi abitiamo, abbia attirato l'attenzione del Creatore al punto da occuparlo piú a lungo del cielo e dell'universo intero, la cui vasta estensione contiene milioni e milioni di soli e di terre. Egli sostiene dunque che Mosè non ci abbia dato la storia della prima creazione, ma soltanto i particolari della nuova forma assunta dalla terra, quando la mano dell'Onnipotente l'ha tirata fuori dal numero delle comete per farne un pianeta, o, che è la stessa cosa, quando di un mondo in disordine e di un caos informe ha fatto un tranquillo luogo da abitare ed un piacevole soggiorno.* Le comete sono infatti soggette a terribili vicissitudini per l'eccentricità delle loro orbite: può farvi caldo, come in quella del 1680, piú che in mezzo ad un braciere ardente, ma può farvi mille volte piú freddo che in mezzo al

ghiaccio e possono essere abitate solo da strane creature, o addirittura non essere abitate.

172 I pianeti invece sono luoghi di riposo, in cui la distanza dal sole non varia molto e perciò la temperatura resta quasi sempre la stessa, e permette alle specie vegetali e animali di crescere, durare e moltiplicarsi.

All'inizio Dio creò dunque l'universo ma, secondo il nostro autore, la terra confusa con gli altri astri erranti non era allora che una cometa inabitabile, che subiva alternativamente l'eccesso del caldo e del freddo: in essa le materie si liquefacevano, si vetrificavano, si ghiacciavano volta a volta, formando un caos, un abisso avviluppato da fitte tenebre, *et tenebrae erant super faciem abyssi*. Questo caos era l'atmosfera della cometa che bisogna immaginare come un corpo composto di sostanze eterogenee, il cui centro era occupato da un nucleo sferico solido e caldo di circa duemila leghe di diametro, intorno al quale si stendeva un gran cerchio di un fluido denso, mescolato con una materia informe, confusa tanto quanto poteva esserlo l'antico caos, *rudis indigestaque moles*. Questa vasta atmosfera aveva scarsità di sostanze secche, solide, terrose e ancora piú di particelle di acqua o di aria, ma abbondava di materie fluide, dense e pesanti, mescolate, agitate e confuse insieme. Questa era la terra alla vigilia dei sei giorni: ma, dall'indomani, cioè dal primo giorno della creazione, quando l'orbita eccentrica della cometa si trasformò in una ellissi quasi circolare, ciascuna cosa prese il suo posto e i corpi si accomodarono seguendo la legge della 173 loro gravità specifica: i fluidi pesanti scesero piú in basso e lasciarono alle parti terrose, acquose e a quelle formate di aria, la regione superiore; queste ultime scesero secondo il loro ordine di gravità, cioè prima la terra, poi l'acqua, e infine l'aria, e questa sfera, che era stata un immenso caos, si ridusse a un globo di limitato volume, al centro del quale si trova un nucleo solido che conserva ancor oggi il calore comunicatogli in altri tempi dal sole, quando costituiva il nucleo della cometa. Questo calore può ancora durare dopo seimila anni, se si pensa che alla

cometa del 1680 ce ne vorrebbero cinquantamila per raffreddarsi, perché essa ha provato, passando al suo perielio, un calore duemila volte maggiore di quello cui arriva un ferro infocato.* Intorno a questo nucleo solido ed ardente che occupa il centro della terra, si trova il fluido denso e pesante che scese per primo e che forma il grande abisso sul quale la terra si reggerebbe come il sughero sopra l'argento vivo. Ma poiché le materie terrose erano mescolate con molta acqua, scendendo esse ne hanno trascinato una parte che non è potuta risalire quando la terra si è consolidata, ed ha formato uno strato concentrico al fluido pesante che circonda il nucleo. Il grande abisso è dunque costituito da due cerchi concentrici, il piú interno dei quali è un fluido pesante, mentre quello che sta sopra, è formato d'acqua: è proprio questo strato di acqua che serve di base alla terra, ed è questo meraviglioso accomodamento dell'atmosfera della cometa che ci dà la teoria della terra e la spiegazione dei fenomeni.

Infatti si arguisce facilmente che, quando l'atmosfera della cometa si fu liberata di tutte queste materie solide e terrose, restò solo la materia leggera dell'aria, attraverso la quale i raggi del sole passarono liberamente, cosa che all'improvviso produsse la luce, *fiat lux*. È facile capire che le colonne componenti la sfera terrestre, formatesi cosí rapidamente, acquistarono diverse densità e che di conseguenza le piú pesanti sono maggiormente affondate in questo fluido sotterraneo, mentre le piú leggere sono giunte ad una minore profondità: ecco perché sulla superficie della terra vi sono vallate e montagne. Queste ineguaglianze erano, prima del diluvio, disseminate e situate diversamente da come lo sono oggi: al posto della vasta vallata che contiene l'oceano, vi erano su tutta la superficie del globo numerose piccole cavità separate che contenevano ciascuna una parte di quest'acqua e costituivano altrettanti piccoli mari particolari; le montagne erano anche piú divise e non formavano catene come ne formano oggi. Tuttavia la terra era mille volte piú popolata e, di conseguenza, mille volte piú fertile di quanto

*174*

non lo sia ora, la vita degli uomini e degli animali era dieci volte piú lunga e tutto ciò avveniva, perché il calore interno della terra che proviene dal nucleo centrale, era allora nel pieno della sua forza: questo maggior grado di calore faceva infatti nascere e sviluppare piú animali e piú piante e dava loro il vi-
175 gore necessario per durare piú a lungo e moltiplicarsi piú abbondantemente. Ma questo stesso calore, aumentando le forze del corpo, dette disgraziatamente alla testa degli uomini e degli animali perché ne aumentò le passioni, tolse la saggezza agli animali e l'innocenza all'uomo; tutto, ad eccezione dei pesci che abitano un elemento freddo, risentí degli effetti del calore del nucleo, alla fine tutto divenne peccaminoso e meritò la morte: questa morte universale arrivò un mercoledí 28 novembre con uno spaventoso diluvio di quaranta giorni e quaranta notti, causato dalla coda di un'altra cometa che si scontrò con la terra tornando dal suo perielio.

La coda della cometa è la parte piú leggera della sua atmosfera, è una nebbia trasparente, un vapore sottile che il calore ardente del sole fa uscire dal suo corpo e dalla sua atmosfera;* composto di particelle di acqua e di aria estremamente rarefatte, questo vapore segue la cometa quando essa discende al suo perielio e la precede quando risale, cosí da essere posta sempre dal lato opposto al sole, come se cercasse di mettersi all'ombra e di evitare il troppo grande calore di questo astro. La colonna che forma questo vapore, è spesso di immensa lunghezza, e piú la cometa si avvicina al sole, piú la coda è lunga ed estesa, tanto da occupare spesso spazi molto grandi. E poiché molte comete scendono al di sotto del cerchio annuale della terra, non c'è da sorprendersi se talvolta la terra si trova avviluppata dal
176 vapore di questa coda. È proprio ciò che è avvenuto al tempo del diluvio; è bastato che la terra rimanesse due ore in questa coda di cometa, perché cadesse tanta acqua quanta ce n'è nel mare: la coda racchiudeva le cateratte del cielo, *et cataractae coeli aperti sunt*. In effetti, se al globo terrestre capita di incontrare la coda di una cometa, deve, percorrendo la sua stessa

strada, impossessarsi di una parte della materia che essa contiene: tutto ciò che si trova nella sfera di attrazione del globo, deve ricadere sopra la terra e ricadere proprio in forma di pioggia, poiché questa coda è in parte composta di vapori acquei. Ecco dunque una pioggia dal cielo che cadrà abbondante tanto quanto si vorrà e un diluvio universale le cui acque sorpasseranno facilmente le piú alte montagne. Tuttavia il nostro autore, che su questo punto non vuole allontanarsi dalla lettera della Sacra Scrittura, non dà per unica causa del diluvio questa pioggia venuta da cosí lontano, ma prende l'acqua dovunque essa sia. Il grande abisso ne contiene, come abbiamo visto, una buona quantità; all'avvicinarsi della cometa, la terra avrà indubbiamente provato la forza della sua attrazione, i liquidi contenuti nel grande abisso saranno stati mossi da un flusso e riflusso cosí violenti che la crosta terrestre non avrà potuto resistere, si sarà spaccata in vari punti e le acque dell'interno si saranno sparpagliate sulla sua superficie, *et rupti sunt fontes abyssi*.

Ma che fare di queste acque fornite cosí abbondantemente dalla coda della cometa e dal grande abisso? Il nostro autore non ne rimane affatto imbarazzato. Dal momento in cui la terra, seguendo la propria strada, si fu allontanata dalla cometa, anche l'effetto della sua attrazione, cioè il moto di flusso e riflusso, cessò nel grande abisso: da quel momento le acque che erano sulla superficie si ritirarono precipitosamente e violentemente per le stesse vie dalle quali erano uscite e il grande abisso assorbí tutte le acque superflue e si ritrovò con una capacità tale da ricevere non soltanto quelle che aveva già contenuto, ma anche tutte quelle che la coda della cometa aveva lasciato, perché nel periodo in cui era stato sconvolto e la crosta si era rotta, si era ingrandito gettando da ogni parte la terra circostante. Fu cosí che la forma fin allora sferica della terra diventò ellittica, sia per l'effetto della forza centrifuga, causata dal suo moto diurno, sia per l'azione della cometa: infatti la terra, percorrendo lo spazio occupato dalla sua coda, si era venuta a trovare con le zone dell'equatore esposte a questo astro, e la

177

forza di attrazione della cometa, unendosi alla forza centrifuga della terra, le aveva sollevate tanto piú facilmente, quanto piú rotta e divisa era la crosta in un'infinità di punti e quanto piú violenta, sulle zone dell'equatore che non altrove, si esercitava l'azione del flusso e riflusso nell'abisso.

Ecco dunque la storia della creazione, le cause del diluvio universale, quelle della lunghezza della vita dei primi uomini, *178* e quelle della forma della terra. Tutto ciò non sembra esser costato nulla al nostro autore, ma l'arca di Noè gli ha dato gravi preoccupazioni: come immaginare infatti, in mezzo a un disordine cosí spaventoso, nel mescolarsi della coda di una cometa con il grande abisso, in mezzo alle rovine dell'orbe terrestre, in quei terribili momenti in cui non solo gli elementi della terra erano confusi, ma ne sopraggiungevano di nuovi dal cielo e dal Tartaro per aumentare il caos, come immaginare che l'arca navigasse tranquillamente con il suo numeroso carico sulla cima dei flutti? Qui il nostro autore fatica e fa grandi sforzi per arrivare in porto e dare una ragione fisica della conservazione dell'arca, e poiché essa mi è sembrata insufficiente, male ideata, e poco ortodossa, non la riferirò affatto, e mi limiterò solo a notare quanto sia duro, per un uomo che abbia spiegato cosí grandi cose senza ricorrere a una potenza soprannaturale o a un miracolo, essere fermato da una circostanza del tutto particolare: cosí il nostro autore preferisce inabissarsi con l'arca piuttosto che attribuire, come doveva fare, alla bontà immediata dell'Onnipotente la conservazione di questo prezioso vascello.

Mi limiterò quindi a fare una sola osservazione su questo sistema che ora ho fedelmente esposto: e cioè che tutte le volte che si sarà tanto temerari da voler spiegare con ragioni fisiche le verità teologiche, che ci si permetterà di interpretare con punti di vista soltanto umani, il testo divino dei libri sacri e *179* che si vorrà ragionare sulla volontà dell'Altissimo e sull'esecuzione dei suoi decreti, si cadrà necessariamente nelle tenebre e nel caos in cui è caduto l'autore di questo sistema che purtut-

tavia è stato accolto da grandi consensi. Egli non dubitava né della verità del diluvio, né dell'autorità dei libri sacri, ma poiché se ne era occupato assai meno che di fisica e di astronomia, ha preso i passi della Sacra Scrittura per fatti fisici e per risultati di osservazioni astronomiche ed ha cosí stranamente mescolato la scienza divina con le nostre scienze umane da ottenerne la cosa piú strana del mondo, cioè il sistema che abbiamo esposto.*

## ARTICOLO 3

## Il sistema del Burnet

THOMAS BURNET, *Telluris theoria sacra, orbis nostri originem et mutationes generales quas aut jam subiit, aut olim subiturus est, complectens* (Londra 1681).*

Questo autore è il primo che abbia trattato siffatta materia non nei suoi aspetti particolari, ma in modo sistematico; egli aveva molto acume ed era un uomo di lettere: la sua opera ha riscosso molto successo ed è stata criticata da qualche dotto,** fra gli altri dal Keill, che, spulciando l'argomento da geometra, ha dimostrato gli errori del Burnet in un trattato dal titolo: *Examination of the Theory of the Earth.*[1] Sempre il Keill ha confutato anche il sistema di Whiston, ma lo ha trattato molto diversamente dal Burnet: sembra addirittura che in molti casi sia della sua opinione e considera come cosa molto probabile il diluvio causato dalla coda di una cometa. Ma per tornare al Burnet, il suo libro è scritto elegantemente, egli sa dipingere e presentare con forza grandi immagini, e mettere sotto gli occhi magnifiche scene. Il suo piano è vasto, ma l'esecuzione non regge mancando di
181 risorse, il suo ragionamento è ristretto, le sue prove deboli, e la sua sicurezza è cosí grande da farla perdere al suo lettore.*

Egli comincia col dirci che prima del diluvio la terra aveva una forma molto diversa da quella che noi le vediamo oggi.

[1] 2ª ed., Londra 1734.

Era all'inizio una massa fluida, un caos composto di materie di ogni specie e di ogni sorta di forme; le piú pesanti discesero al centro e formarono in mezzo al globo un corpo duro e solido, intorno al quale le acque piú leggere si riunirono e circondarono da ogni lato l'interno del globo; l'aria e tutti i liquidi piú leggeri dell'acqua la sormontarono e la circondarono per tutta la sua circonferenza, cosí che fra il cerchio d'aria e quello dell'acqua se ne formò uno di olio e di liquido grasso piú leggero dell'acqua. Ma l'aria era ancora molto impura e conteneva una grandissima quantità di piccole particelle di materia terrosa, che a poco a poco scesero e caddero sullo strato d'olio formando un cerchio terroso mescolato di limo ed olio, e fu questa la prima terra abitabile ed il primo luogo di soggiorno dell'uomo. Era un eccellente terreno, una terra leggera e grassa, proprio adatta a sovvenire alla debolezza dei primi germi. La superficie del globo terrestre era dunque in questi primi tempi eguale, uniforme, continua perché senza montagne, senza mari e senza ineguaglianze. Ma la terra rimase solo sedici secoli circa in questo stato, perché il calore del sole, disseccando a poco a poco questa crosta limacciosa, la spaccò prima alla superficie; ben presto le spaccature penetrarono piú a fondo e aumentarono tanto col tempo che infine si aprirono completamente; in un attimo tutta la terra franò e cadde a pezzi nell'abisso d'acqua che conteneva. E questo fu il diluvio universale.

182

Tutti questi ammassi di terra, cadendo nell'abisso, trascinarono una grande quantità d'aria, si scontrarono, si urtarono, si divisero, si accumularono cosí disordinatamente da lasciare fra di loro grandi cavità ripiene d'aria, in cui a poco a poco si aprirono la strada le acque; via via che le riempivano, la superficie della terra rimaneva scoperta nelle parti piú elevate, finché l'acqua restò soltanto nelle parti piú basse, cioè nelle vaste vallate che contengono il mare; il nostro oceano non è dunque che una parte dell'antico abisso, le restanti acque che lo formavano, sono entrate nelle cavità interne attraverso le quali comunicano con l'oceano. Le isole e gli scogli sono i piccoli frammenti,

i continenti le grandi masse dell'antica crosta, e poiché la sua rottura e la sua caduta sono avvenute disordinatamente, non c'è da meravigliarsi se si trovano sulla terra alture, profondità, pianure, ineguaglianze di ogni specie.

Questo schizzo del sistema del Burnet basta a darne un'idea; è un romanzo scritto bene, ed un libro che si può leggere per divertirsi, ma che non si deve consultare per istruirsi. L'autore ignorava i principali fenomeni della terra e non era per niente informato sulle esperienze: egli ha tratto tutto dalla sua fantasia che, come si sa, si presta volentieri a danno della verità.

# ARTICOLO 4

## Il sistema di Woodward

JOHN WOODWARD, *An Essay towards the Natural History of the Earth*, eccetera.*

Si può dire di questo autore che ha voluto innalzare un monumento immenso su di una base meno solida della sabbia mobile e costruire l'edificio del mondo con della polvere. Infatti egli sostiene che al tempo del diluvio sia avvenuta una dissoluzione totale della terra. La prima idea che si presenta dopo aver letto il suo libro è che questa dissoluzione sia stata causata dalle acque del grande abisso, che si sono sparse sulla superficie della terra, ed hanno sciolto e ridotto in pasta le pietre, le rocce, i marmi, i metalli, eccetera. Egli pretende che l'abisso in cui questa acqua era racchiusa, si aprí ad un tratto alla voce di Dio e sparse sulla superficie della terra l'enorme quantità di acqua, che era necessaria per coprirla e superare di molto le piú alte montagne, e che Dio sospese la causa della coesione dei corpi, per cui tutto si ridusse in polvere, eccetera. Egli non si accorge che con queste supposizioni aggiunge altri miracoli a quello del diluvio universale o, per lo meno, delle 184 impossibilità fisiche che non si accordano né con la lettera della Sacra Scrittura, né con i princípi matematici della filosofia naturale. Ma poiché questo autore ha il merito di aver riunito

varie osservazioni importanti e poiché conosceva meglio di quelli che hanno scritto prima di lui, le materie di cui il globo è composto, il suo sistema, benché mal concepito e mal digerito, è riuscito a colpire la gente sedotta dalle verità di qualche fatto particolare e poco esigente quanto alla verosimiglianza delle conseguenze generali. Abbiamo dunque creduto di dover presentare un estratto di questa opera, nel quale, rendendo giustizia al merito dell'autore e all'esattezza delle sue osservazioni, metteremo il lettore in grado di giudicare l'insufficienza del suo sistema e la falsità di qualcuna delle sue osservazioni. Woodward dice di aver visto con i suoi occhi che tutte le materie componenti la terra in Inghilterra, dalla superficie fino ai luoghi piú profondi in cui è disceso, sono disposte a strati, e che in un gran numero di questi strati vi sono conchiglie ed altre produzioni marine; aggiunge poi che attraverso tutti i suoi corrispondenti ed amici si è assicurato che in tutti gli altri paesi, la terra è composta egualmente e che si trovano conchiglie non soltanto nelle pianure ed in qualche luogo qua e là, ma anche sulle piú alte montagne, nelle cave piú profonde e in un'infinità di altri posti; egli ha notato che questi strati sono orizzontali *185* e posti gli uni sugli altri, come lo sarebbero delle materie trasportate dalle acque e depositate in forma di sedimenti. Queste osservazioni generali, molto esatte,* sono seguite da osservazioni particolari mediante le quali egli fa chiaramente vedere che i fossili incorporati negli strati, sono vere conchiglie e vere produzioni marine e non minerali, corpi singolari, giuochi della natura, eccetera. A queste osservazioni, benché in parte fatte prima di lui, ma da lui riunite e provate, egli ne aggiunge altre meno esatte: assicura che tutte le materie dei differenti strati sono poste le une sopra le altre nell'ordine del loro peso specifico, cosicché le piú pesanti sono sotto e le piú leggere sopra. Questo fatto, cosí generalizzato, non è vero: bisogna fermare qui l'autore e mostrargli le rocce che noi vediamo tutti i giorni sopra argille, sabbie, carboni fossili, bitumi, e che hanno certamente un peso specifico maggiore di tutte queste materie. Se

di fatto trovassimo in tutta la terra prima gli strati di bitume, poi quelli di creta, poi quelli di marna, quelli di argilla, quelli di sabbia, quelli di pietra, quelli di marmo, ed infine i metalli, cosí che la composizione della terra seguisse esattamente e dovunque la legge della gravità, e le materie fossero tutte situate nell'ordine della loro gravità specifica, sembrerebbe che esse si fossero depositate tutte nello stesso tempo: ecco ciò che il nostro autore dichiara con piena sicurezza, malgrado l'evidenza del contrario. Infatti, senza essere un osservatore, basta avere *186* degli occhi, per essere certi che si trovano molto spesso materie pesanti depositate su materie leggere, e che, di conseguenza, questi sedimenti non sono precipitati tutti contemporaneamente, ma al contrario sono stati trasportati e depositati successivamente dalle acque.* Poiché questo è il fondamento del suo sistema ed esso conduce manifestamente ad affermazioni false, non lo seguiremo piú di quanto ci servirà per mostrare quante false combinazioni e cattive conseguenze un principio sbagliato può produrre. Tutte le materie, dice il nostro autore, che compongono la terra, dalle cime delle piú alte montagne alle piú grandi profondità delle miniere e delle cave, sono disposte a strati secondo il loro peso specifico: dunque, egli conclude, tutta la materia che compone il globo si è sciolta ed è precipitata contemporaneamente. Ma in quale materia si è sciolta e quando? Nell'acqua, al tempo del diluvio. Ma non vi è abbastanza acqua sul globo, perché ciò possa verificarsi, dato che vi è piú terra che acqua ed il fondo del mare è di terra: ebbene, egli ci dice, c'è piú acqua al centro della terra di quanta ne sia necessaria, non si tratta che di farla salire, di darle insieme la virtú di solvente universale e quella di preservare le conchiglie che, uniche, non si sono sciolte, benché si siano sciolti anche i marmi e le rocce; e di trovare poi il mezzo di far rientrare quest'acqua nell'abisso e di far riquadrare tutta questa storia in quella del diluvio. Ecco il sistema, sulla verità del quale l'autore non *187* trova il modo di poter dubitare, perché quando gli si fa osservare che l'acqua non può affatto sciogliere i marmi, le pietre,

i metalli, soprattutto in quaranta giorni, tanto quanto è durato il diluvio, egli risponde semplicemente che pur tuttavia tutto ciò è avvenuto; quando gli si domanda quale fosse dunque la virtú di questa acqua dell'abisso, per arrivare a sciogliere tutta la terra e conservare nello stesso tempo le conchiglie, egli dice di non aver mai preteso che quest'acqua fosse un solvente, ma che risulta chiara dai fatti la dissoluzione della terra e la conservazione delle conchiglie; ed infine quando lo si mette alle strette e gli si fa chiaramente vedere che, se non ha nessuna ragione con cui sostenere questi fenomeni, il suo sistema non spiega nulla, egli dice che basta immaginare che al tempo del diluvio la forza di gravità e di coesione della materia sia venuta meno ad un tratto, e che per mezzo di questa ipotesi, i cui effetti si possono facilmente cogliere, ci si può spiegare in modo soddisfacente la dissoluzione del mondo antico. Ma, gli viene ribattuto, se la forza che tiene unite le parti della materia ha cessato di esercitare la sua azione, perché le conchiglie non si sono dissolte come tutto il resto? Egli allora fa un discorso sull'organizzazione delle conchiglie e delle ossa degli animali, mediante il quale pretende provare che, poiché la loro trama è fibrosa e diversa da quella dei minerali, anche la loro forza di coesione è di un altro genere. Dopotutto, egli dice, basta supporre che la forza di gravità e di coesione non cessino *188* completamente, ma che siano soltanto diminuite tanto da disunire tutte le parti dei minerali, ma non abbastanza da disunire quelle degli animali. Di fronte a tutto ciò non possiamo fare a meno di riconoscere che il nostro autore non era un buon fisico, tanto quanto era un buon osservatore e non credo che sia necessario confutare seriamente opinioni senza fondamento; soprattutto quando sono state immaginate contro le regole della verosimiglianza e ne sono state tirate conseguenze contrarie alle leggi della meccanica.

## ARTICOLO 5

### *Esposizione di qualche altro sistema*

Ci si accorge facilmente che le tre ipotesi di cui abbiamo or ora parlato hanno molte cose in comune; esse si accordano tutte in questo punto, che al tempo del diluvio la terra ha cambiato di forma sia all'esterno che all'interno. Tutti questi speculatori non si sono resi conto che se la terra prima del diluvio era abitata dalle stesse specie di uomini e di animali, doveva essere necessariamente piú o meno com'è oggi. I libri sacri ci dicono infatti che prima del diluvio c'erano sulla terra fiumi, mari, montagne, foreste e piante; che questi fiumi e queste montagne erano, per la maggior parte, gli stessi, poiché il Tigri e l'Eufrate erano i fiumi del paradiso terrestre; che la montagna d'Armenia, sulla quale l'arca si fermò, era una delle piú alte montagne del mondo al tempo del diluvio, come lo è ancora oggi; che le stesse piante e gli stessi animali che esistono oggi, esistevano allora, se vi si parla del serpente, del corvo e vi si racconta *190* che la colomba riportò un ramo di olivo: infatti, benché il Tournefort sostenga che non vi siano olivi per piú di 400 leghe dal monte Ararat e faccia molte ironie maligne su tutto ciò,[1]

[1] Viaggio nel Levante, vol. 2, p. 336.

senza alcun dubbio ve ne erano al tempo del diluvio, poiché il libro sacro ce lo assicura, e non è affatto strano che in quattromila anni gli olivi siano scomparsi in queste regioni e si siano moltiplicati in altre. A torto dunque e contro la lettera della Sacra Scrittura questi autori hanno supposto che la terra fosse prima del diluvio completamente diversa da quella che è oggi, e questa contraddizione della loro ipotesi con il testo sacro, come la loro opposizione alle verità fisiche, deve indurre a rifiutare i loro sistemi, quand'anche si accordassero con qualche fenomeno. Ma le cose sono ben lontane dallo stare cosí: Burnet che ha scritto per primo, non aveva né osservazioni né fatti per fondare il suo sistema; Woodward non ha dato che un saggio in cui promette molto piú di quanto non possa mantenere: il suo libro è un progetto di cui non si è vista l'esecuzione. Ci si accorge soltanto che egli applica due osservazioni generali: la prima, che la terra è dappertutto composta di materie che in altri tempi si sono trovate allo stato molle e fluido, che sono state trasportate dalle acque, e che si sono depositate in strati orizzontali; la seconda, che vi sono produzioni marine all'interno della terra in un'infinità di luoghi.
*191* Per spiegare questi fatti, egli ha fatto ricorso al diluvio universale, o piuttosto non sembra darli che come prove del diluvio, ma cade, né piú né meno del Burnet, in evidenti contraddizioni: infatti non si può supporre con questi autori che prima del diluvio non vi fossero montagne, poiché è detto precisamente e molto chiaramente, che le acque superarono le piú alte di quindici cubiti; né d'altra parte è detto che queste acque le abbiano distrutte sciogliendole. Al contrario esse sono rimaste al loro posto e l'arca si è arrestata su quella che per prima le acque hanno lasciata scoperta. Inoltre come si può immaginare che durante il poco tempo che è durato il diluvio, le acque abbiano potuto sciogliere le montagne e tutta la terra? Non è un'assurdità dire che, in quaranta giorni, l'acqua ha sciolto tutti i marmi, le rocce, le pietre, ed i minerali? Non è una evidente contraddizione ammettere questa dissoluzione totale e nello stesso tempo dire che

le conchiglie e le produzioni marine sono state preservate e che, tutto il resto distrutto e disciolto, esse sole sono state conservate, tanto che le ritroviamo oggi intere ed identiche a ciò che erano prima del diluvio? Non avrò dunque timore di dire che Woodward, con eccellenti osservazioni, ha costruito soltanto un orribile sistema. Whiston, che è venuto per ultimo, ha di gran lunga sopravanzato gli altri due, e pur concedendo un largo margine alla sua fantasia, per lo meno non è caduto in contraddizione; se egli dice cose assai poco credibili, per lo meno esse non sono né assolutamente né evidentemente impossibili. Poiché si ignora ciò che vi è al centro e nell'interno della terra, ha creduto di poter supporre che questo interno sia occupato da un nucleo solido, circondato da un fluido pesante e poi da acqua sopra la quale la crosta esterna del globo veniva sorretta e nella quale le diverse parti di questa crosta sono piú o meno affondate in proporzione alla loro pesantezza o alla loro leggerezza relativa, fatto che ha dato origine alle montagne e alle ineguaglianze sulla superficie della terra. Bisogna dire che questo astronomo ha commesso qui un errore di meccanica: egli non ha pensato che, in una simile ipotesi, la terra deve avvolgersi intorno al cerchio liquido e, di conseguenza, non può poggiare sull'acqua che contiene e ancora meno affondarvi: ma oltre a questo, non conosco altri errori di fisica in questo sistema. Ve ne sono moltissimi di metafisica e di teologia, ma alla fine dei conti non si può assolutamente negare che la terra, incontrando la coda di una cometa quando essa si avvicina al suo perielio, non possa essere inondata, soprattutto quando si sarà concesso all'autore che la coda di una cometa può contenere vapori acquei. E non c'è nessuna ragione per negare, come cosa assolutamente impossibile, che la coda di una cometa, tornando dal perielio, possa bruciare la terra, se si suppone insieme all'autore che la cometa sia passata molto vicino al sole e che ne sia stata straordinariamente riscaldata durante il suo passaggio:* si possono dire le stesse cose per il resto del sistema, ma, benché non vi sia impossibilità assoluta, è cosí scarsa la probabilità di

*192* *193*

ogni cosa presa separatamente, che ne risulta un'impossibilità per il tutto preso insieme.

I tre sistemi di cui ora abbiamo parlato, non sono le sole opere che siano state scritte sulla teoria della terra. È comparsa nel 1729 una memoria del Bourguet, stampata ad Amsterdam insieme con le sue *Lettere filosofiche sulla formazione dei sali* eccetera:* in essa egli dà un saggio del sistema che meditava, ma che non ha attuato, perché è stato prevenuto dalla morte. Bisogna render giustizia a questo autore; nessuno ha, meglio di lui, riunito i fatti ed i fenomeni, e a lui si deve quella bella e importante osservazione che costituisce una delle chiavi della teoria della terra, mi voglio riferire alla corrispondenza degli angoli delle montagne. Egli presenta ciò che si riferisce a questa materia in un buon ordine, ma, nonostante tutti questi meriti, non sembra essere riuscito meglio degli altri a fare una storia fisica e ragionata dei cambiamenti sopravvenuti al globo, ed è molto lontano dall'avere trovato le vere cause degli effetti da lui riferiti; per convincersene, basta dare uno sguardo alle proposizioni che egli deduce dai fenomeni e che devono servire di fondamento alla sua teoria.[1] Egli dice che il globo ha preso la sua forma tutto insieme e non un po' per volta, che la sua forma e la sua disposizione presuppongono necessariamente che si sia trovato in uno stato di fluidità; che lo stato presente della terra è molto diverso da quello in cui è rimasta per molti secoli

*194* dopo la sua prima formazione; che la materia del globo era all'inizio meno densa di quanto non lo sia stata dopo che esso ha cambiato faccia; che la condensazione delle parti solide del globo diminuí sensibilmente insieme alla sua velocità, cosí che dopo aver fatto un certo numero di rivoluzioni intorno al suo asse e intorno al sole, esso si trovò d'un tratto in quello stato di dissoluzione che distrusse la sua prima struttura; che ciò avvenne verso l'equinozio di primavera; che nel periodo di questa dissoluzione le conchiglie penetrarono nelle materie solide; che dopo questa dissoluzione la terra ha preso la forma che noi le

[1] Vedi p. 211.

vediamo; che ben presto il fuoco vi si è introdotto; che esso la consuma a poco a poco e va sempre aumentando cosí che essa sarà, un giorno, distrutta da una terribile esplosione accompagnata da un generale incendio, che aumenterà l'atmosfera del globo e ne diminuirà il diametro e che allora la terra, al posto di strati di sabbia o di terra, non avrà che strati di metallo e di minerale calcinato e montagne composte di amalgami di metalli diversi. Eccone a sufficienza per mostrare quale fosse il sistema che l'autore meditava. Indovinare in tal modo il passato, voler predire l'avvenire, ed ancora indovinare e predire piú o meno come hanno indovinato e predetto gli altri, non mi sembra uno sforzo; ma questo autore aveva molta piú conoscenza ed erudizione che non vedute sane e generali, e mi sembra che abbia mancato di una cosa tanto necessaria ai fisici, di quella metafisica che riunisce le idee particolari, rendendole piú generali, e che solleva lo spirito al punto da vedere la concatenazione delle cause e degli effetti. *195*

Il famoso Leibniz dette nel 1683 negli Atti di Lipsia[1] il progetto di un sistema ben diverso, che intitolò *Protogaea.** La terra, secondo Bourguet e tutti gli altri, deve essere distrutta dal fuoco; secondo Leibniz essa ha cominciato di là ed ha subíto molti piú cambiamenti e rivoluzioni di quanto non si possa immaginare. La maggior parte della materia terrestre è stata incendiata da un fuoco violento al tempo in cui, secondo Mosè, la luce fu separata dalle tenebre. I pianeti, come la terra, erano in altri tempi stelle fisse e luminose per luce propria che, secondo lui, dopo aver bruciato a lungo, si sono spente per mancanza di materia combustibile e sono diventate corpi opachi. Il fuoco ha prodotto, con la fusione delle materie, una crosta vetrificata, per cui la base di tutta la materia che compone il globo terrestre, è di vetro e le sabbie non ne sono che frammenti; le altre specie di terra si sono formate dalla mescolanza di questa sabbia con sali fissi ed acqua; quando la crosta si fu raffreddata, le parti umide che si erano alzate in forma di vapori, ricaddero e for-

[1] Acta Erud. (1683) p. 40.

marono i mari. Esse prima circondarono tutta la superficie del globo, e superarono anche i luoghi piú elevati che formano oggi i continenti e le isole. Secondo questo autore, le conchiglie e gli altri detriti del mare che si trovano dappertutto, provano che il mare ha coperto tutta la terra mentre la grande quantità di
*196* sali fissi, di sabbie e di altre materie fuse e calcinate, racchiuse nelle sue viscere, prova che l'incendio è stato generale, e che ha preceduto l'esistenza dei mari. Benché questi pensieri manchino di prove, sono sublimi, e ci si accorge che sono frutto delle meditazioni di un grande genio. Le idee hanno un legame, le ipotesi non sono assolutamente impossibili, e le conseguenze che se ne possono trarre, non sono contraddittorie; ma il grande difetto di questa teoria è che essa non si applica affatto allo stato presente della terra, essa spiega il passato, e questo passato è cosí vecchio e ci ha lasciato cosí poche tracce che se ne può dire tutto ciò che si vuole, e ognuno potrà dirne cose dall'apparenza tanto piú verosimile, quanto piú sarà dotato di forza d'immaginazione. Dare per certo, come ha fatto Whiston, che la terra sia stata una cometa, o pretendere, con Leibniz, che essa sia stata un sole, equivale a dire cose ugualmente possibili ed impossibili, alle quali sarebbe superfluo applicare le regole delle probabilità; dire che il mare ha coperto in altri tempi tutta la terra, che esso ha circondato il globo intero e che è questa la ragione per la quale si trovano conchiglie dappertutto, vuol dire non prestare attenzione a una cosa essenziale quale l'unità di tempo della creazione; infatti se fosse cosí, bisognerebbe necessariamente dire che le conchiglie e gli altri animali abitanti dei mari, di cui si sono trovati i resti nell'interno della terra, sono esistiti per primi e molto tempo prima degli uomini e degli animali terrestri: indipendentemente dalla testi-
*197* monianza dei libri sacri, non si ha ragione invece di credere che tutte le specie di animali e di vegetali siano pressappoco antiche le une quanto le altre? *

Scheuchzer, in una dissertazione indirizzata all'Accademia delle Scienze nel 1708, attribuisce come Woodward il cambiamento

o piuttosto la seconda formazione della superficie del globo al diluvio universale; e per spiegare quella delle montagne egli dice che Dio, dopo il diluvio, volendo far rientrare le acque nei serbatoi sotterranei, spezzò e spostò con la sua mano onnipotente un gran numero di strati prima orizzontali e li sollevò sopra la superficie del globo: tutta la dissertazione è stata fatta per appoggiare questa opinione. Poiché occorreva che queste cime fossero di solida consistenza, Scheuchzer osserva che Dio le fece sorgere solo dai luoghi in cui c'erano molte pietre: per questo, egli dice, paesi, come la Svizzera, in cui ve ne è una grande quantità, sono montagnosi, ed al contrario quelli che, come la Fiandra, la Germania, l'Ungheria, la Polonia, hanno solo sabbia o argilla, anche a grandi profondità, sono quasi completamente privi di montagne.[1]

Questo autore ha avuto piú di qualsiasi altro il difetto di voler mescolare la fisica con la teologia, e benché ci abbia fornito alcune buone osservazioni, la parte sistematica delle sue opere è ancora peggiore di quella di tutte le altre che l'hanno preceduta; su questo argomento egli ha anche declamato e scherzato in modo ridicolo. Guardate il lamento dei pesci, *Piscium querelae* eccetera, senza parlare del suo grosso libro in diversi volumi *in folio*, intitolato *Physica sacra*, opera puerile che sembra composta piú per divertire i bambini che non per occupare gli uomini, con le sue incisioni e le sue figure affastellate intenzionalmente e senza alcuna necessità.* 198

Stenone e qualche altro dopo di lui hanno attribuito la causa delle ineguaglianze della superficie della terra a inondazioni particolari, a terremoti, a scosse, a frane eccetera; ma gli effetti di queste cause secondarie non hanno potuto produrre che qualche leggero cambiamento. Noi ammettiamo queste stesse cause ma solo dopo la piú importante, dopo cioè il movimento delle maree, e quello del mare da oriente ad occidente; del resto né Stenone[2]

[1] Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1708, p. 32.
[2] Vedi la dissertazione *De solido intra solidum* ecc.

né gli altri hanno dato una teoria dei fatti generali su questo argomento.*

Ray sostiene che tutte le montagne sono state prodotte da terremoti ed ha fatto un trattato per dimostrarlo;** mostreremo, nell'articolo sui vulcani, quanto sia poco fondata questa opinione.

Non ci possiamo trattenere dall'osservare che la maggior parte degli autori di cui abbiamo parlato, quali Burnet, Whiston e Woodward, hanno commesso un errore che ci sembra metta conto rilevare, cioè hanno considerato il diluvio possibile mediante l'azione delle cause naturali, quando la Sacra Scrittura ce lo *199* presenta come prodotto dalla volontà immediata di Dio; non c'è nessuna causa naturale che possa produrre sulla superficie intera della terra la quantità d'acqua che è stata necessaria per coprire le piú alte montagne; e quand'anche si potesse immaginare una causa proporzionata a questo effetto, sarebbe ancora impossibile trovare qualche altra causa capace di far sparire le acque; infatti concedendo a Whiston che queste acque siano venute dalla coda di una cometa, gli si deve negare che siano venute dal grande abisso e che vi siano tutte rientrate, poiché se il grande abisso è, a suo parere, circondato e spinto da tutti i lati dalla crosta o dal cerchio terrestre, è impossibile che l'attrazione della cometa abbia potuto causare alle sostanze fluide contenute nell'interno di questo cerchio, il minimo movimento; di conseguenza il grande abisso non avrà subíto, come egli dice, un flusso e riflusso violento ed allora non ne sarà né entrata né uscita una sola goccia d'acqua e se non si suppone che l'acqua caduta dalla cometa sia stata distrutta per miracolo, essa ancor oggi sarebbe sulla superficie della terra a coprire le cime delle piú alte montagne. Nulla caratterizza meglio un miracolo dell'impossibilità di spiegarne l'effetto mediante cause naturali; i nostri autori hanno fatto vani sforzi per spiegare il diluvio; i loro errori di fisica sulle cause seconde che adoperano, provano la verità del fatto cosí come è riportato dalla Sacra Scrittura e dimostrano che esso può essere stato operato solo dalla causa prima, cioè dalla volontà di Dio.

D'altra parte è facile convincersi che il mare non ha lasciato allo scoperto i continenti che noi abitiamo né per effetto del diluvio, né in un unico e medesimo tempo, perché è certo, per la testimonianza dei libri sacri, che il paradiso terrestre era in Asia e che l'Asia era un continente abitato prima del diluvio e che, di conseguenza, non è in tale periodo che i mari hanno coperto questa vasta regione del globo. La terra era dunque prima del diluvio piú o meno come è oggi; e questa enorme quantità di acqua, che la giustizia divina fece cadere su di essa per punire l'uomo colpevole, dette in effetti la morte a tutte le creature, ma non produsse alcun cambiamento sulla sua superficie: non distrusse neppure le piante, se la colomba riportò un ramo di olivo. 200

Perché dunque immaginare, come ha fatto la maggior parte dei nostri naturalisti, che quest'acqua abbia totalmente cambiato la superficie del globo fino a mille o duemila piedi di profondità? Perché essi pretendono che sia stato il diluvio a portare sulla terra le conchiglie trovate a sette o ottocento piedi di altezza nelle rocce e nei marmi? Perché dire che le montagne e le colline si sono formate a quel tempo? E come si può pensare che sia stato possibile che queste acque abbiano trasportato masse e banchi di conchiglie di cento leghe di lunghezza? Non credo che si possa persistere in questa opinione, a meno che non si ammetta nel diluvio un doppio miracolo, il primo relativo all'aumento delle acque e il secondo al trasporto delle conchiglie; ma poiché dalla Sacra Scrittura è riferito solo il primo, non vedo la necessità di fare un articolo di fede del secondo. 201

D'altra parte se le acque del diluvio, dopo essere rimaste sopra le piú alte montagne, si fossero poi ritirate d'un tratto, esse avrebbero condotto una tale quantità di limo e di rifiuti, che le terre non sarebbero state coltivabili, né adatte a ricevere alberi e vigne se non molti secoli dopo questa inondazione, come si sa che avvenne durante il diluvio rovesciatosi in Grecia, quando il paese sommerso fu completamente abbandonato e non poté piú essere coltivato per piú di tre secoli dopo questa

inondazione.[1] Si deve considerare il diluvio universale come un mezzo soprannaturale del quale si è servita l'onnipotenza divina per punire gli uomini e non come un effetto naturale in cui tutto sarebbe avvenuto secondo le leggi della fisica. Il diluvio universale è dunque un miracolo nella sua causa e nei suoi effetti: si vede chiaramente dal testo della Sacra Scrittura che è servito unicamente a distruggere l'uomo e gli animali e che non ha cambiato in alcun modo la terra, poiché dopo il ritirarsi delle acque le montagne, e anche gli alberi, erano al loro posto e la superficie della terra era pronta a ricevere la coltivazione ed a produrre vigne e frutti. Come avrebbe potuto conservarsi tutta la razza dei pesci, che non entrò nell'arca, 202 se la terra si fosse sciolta nell'acqua o anche soltanto se le acque fossero state cosí agitate da trasportare le conchiglie dalle Indie in Europa eccetera?

Tuttavia questa ipotesi, secondo la quale il diluvio universale ha trasportato le conchiglie del mare in tutte le regioni della terra, è diventata l'opinione o piuttosto la superstizione della maggior parte dei naturalisti in genere. Woodward, Scheuchzer e alcuni altri chiamano queste conchiglie pietrificate i resti del diluvio, essi le considerano come medaglie e monumenti che ci abbia lasciato Dio di questo terribile avvenimento, perché non si cancelli mai dalla memoria del genere umano; infine essi hanno adottato questa ipotesi con tanta venerazione, per non dire cecità, che sembrano essersi occupati solo di cercare i mezzi per conciliare la Sacra Scrittura con la loro opinione, e, invece di servirsi delle loro osservazioni e di trarne dei lumi, si siano avviluppati nelle nebbie di una teologia fisica, la cui oscurità e meschinità vengono meno alla chiarezza ed alla dignità della religione e non lasciano scorgere agli increduli che una ridicola mescolanza di idee umane e di fatti divini. Pretendere di spiegare il diluvio universale e le sue cause fisiche, volerci insegnare i particolari di ciò che è avvenuto nel periodo di questa grande rivoluzione, indovinare quali ne siano stati gli effetti,

[1] Acta Erud. (1691) p. 100.

aggiungere dei fatti a quelli dei Libri Sacri, trarre conseguenze da questi fatti, non è voler misurare la potenza dell'Altissimo? Le meraviglie che la sua mano benefattrice opera nella Natura in modo uniforme e regolare, sono incomprensibili; a maggior ragione gli avvenimenti straordinari, i miracoli, devono lasciarci sbalorditi e farci tacere.

*203*

Ma, essi diranno, dal momento che il diluvio universale è un fatto certo, non è permesso ragionare sulle sue conseguenze? Finalmente! Ma bisogna che cominciate con l'ammettere che il diluvio universale non ha potuto verificarsi con le sole potenze fisiche, bisogna che voi lo riconosciate quale effetto immediato della volontà dell'Onnipotente, bisogna che voi vi accontentiate di saperne solo ciò che i Libri Sacri ce ne insegnano, che confessiate nello stesso tempo che non vi è permesso saperne di piú e soprattutto che non mescoliate una cattiva fisica con la purezza dei Libri Sacri. Una volta prese queste precauzioni, richieste dal rispetto che noi dobbiamo ai decreti di Dio, che cosa resta da esaminare sull'argomento diluvio? È detto nella Sacra Scrittura che il diluvio formò le montagne? È detto il contrario. È detto che le acque fossero tanto agitate da sollevare dal fondo del mare le conchiglie e trasportarle su tutta la terra? No, e l'arca ha navigato tranquillamente sui flutti. È detto che la terra subí una completa dissoluzione? Niente affatto. Il racconto dello storico sacro è semplice e vero, quello di questi naturalisti complicato e immaginario.*

# ARTICOLO 6

## *Geografia**

La superficie della terra non è, come quella di Giove, divisa in strisce alternate e parallele all'equatore, ma è divisa da un polo all'altro in due strisce di terra e in due di mare. La prima e piú importante forma il Continente Antico, la cui maggiore lunghezza è diagonale all'equatore e deve essere misurata a cominciare dal nord dell'estremità orientale della Tartaria fino alla terra che si trova vicino al Golfo Linchidolin, in cui i Moscoviti vanno a pescare le balene, di là fino a Tobolsk, da Tobolsk al Mar Caspio, dal Mar Caspio alla Mecca, dalla Mecca alla regione occidentale dei paesi abitati dalle popolazioni Galla in Africa, poi fino a Monoemugi, al Monomotapa e infine al Capo di Buona Speranza. Questa linea, che segna la maggior lunghezza del Continente Antico, misura circa 3600 leghe, e non è interrotta che dal Mar Caspio e dal Mar Rosso, limitatamente estesi in larghezza; ma non si deve dare importanza a queste 205 piccole interruzioni quando si considera, come stiamo facendo, la superficie del globo divisa in quattro parti.

Questa maggior lunghezza si trova misurando il continente in diagonale; se lo si misura invece seguendo i meridiani, ci

si accorgerà che vi sono solo 2500 leghe dal Capo Nord di Lapponia fino al Capo di Buona Speranza e che si attraversa il Mar Baltico in lunghezza ed il Mar Mediterraneo in tutta la sua larghezza, per cui si ha un percorso assai piú breve e con maggiori interruzioni della prima strada. Tutte le altre distanze che si potranno misurare sul Continente Antico sotto i medesimi meridiani, risulteranno ancora molto minori essendoci, per esempio, solo 1800 leghe dalla punta meridionale dell'isola di Ceylon fino alla costa settentrionale della Nuova Zembla. Parimenti se si misura il continente parallelamente all'equatore, si trova che la maggiore lunghezza senza interruzione va dalla costa occidentale dell'Africa, precisamente da Trefana, fino a Ningpo sulla costa orientale della Cina, e che è di circa 2800 leghe; che un'altra lunghezza senza interruzioni può misurarsi dalla punta di Bretagna, precisamente da Brest, fino alla costa della Tartaria cinese e che è di circa 2300 leghe; che misurando da Bergen in Norvegia fino alla costa della Camciatca non vi sono piú di 1800 leghe. Tutte queste linee hanno, come si vede, una lunghezza molto minore della prima; cosí la maggiore estensione del Continente Antico va effettivamente dal Capo Orientale della Tartaria piú settentrionale fino al Capo di Buona Speranza, per 3600 leghe.[1] *206*

Questa linea può essere considerata come la parte centrale della striscia di terra che forma il Continente Antico, perché, misurando l'estensione della superficie di terra che giace rispettivamente ai due lati di questa linea, trovo che a sinistra è di 2 471 092 $\frac{3}{4}$ leghe quadrate e a destra di questa linea di 2 469 687 leghe quadrate, il che costituisce una singolare eguaglianza, che fa presumere, con grande probabilità, che questa linea segni veramente la parte centrale dell'antico continente, segnandone contemporaneamente anche la maggiore lunghezza.

Il Continente Antico ha dunque complessivamente un'estensione di circa 4 940 780 leghe quadrate, che non arrivano ad essere la quinta parte della superficie totale del globo; lo si può

[1] Vedi la prima carta geografica [alla fine delle Prove].

considerare una larga striscia di terra inclinata all'equatore di circa 30 gradi.

Il Continente Nuovo si può anch'esso considerare come una striscia di terra, la cui maggiore lunghezza deve essere presa dall'imboccatura del fiume La Plata, fino a quella regione paludosa che si stende al di là del Lago degli Assiniboini; questa via va dalla foce del fiume La Plata al Lago Caracares, di là passa presso i Matagui, i Chiriguani, poi passa per Pocona, per Zongo, da Zongo passa presso gli Zama, i Mariana, i Morua, di là prosegue per Santa Fé fino a Cartagena, poi attraverso il Golfo del 207 Messico, fino alla Giamaica, a Cuba, a tutta la penisola della Florida, passa presso gli Appalachi, i Chicaca, per il Forte Saint-Louis o a Crève-Cœur, il Forte Le Sueur e infine presso i popoli che abitano al di là del Lago degli Assiniboini le cui terre non si sa ancora quanto siano estese.[1]

Questa linea interrotta solo dal Golfo del Messico, che si deve considerare come un mare mediterraneo, può avere circa duemilacinquecento leghe di lunghezza e divide il Nuovo Continente in due parti eguali, di cui quella che è a sinistra, è di 1 069 286 $\frac{5}{6}$ leghe quadrate di superficie, e quella che è a destra di 1 070 926 $\frac{1}{12}$; anche questa linea, che forma la parte centrale della striscia del Nuovo Continente, è inclinata all'equatore di circa 30 gradi, ma in senso opposto, di modo che, se quella del Continente Antico si estende da nord-est a sud-ovest, quella del Nuovo va da nord-ovest a sud-est; tutte queste terre, prese insieme, sia del Continente Antico che del Nuovo, misurano circa 7 080 993 leghe quadrate, quasi un terzo della superficie totale del globo che ne misura 25 milioni.

Si deve notare che queste due linee che traversano i continenti nelle loro maggiori lunghezze, e che li dividono ciascuno in due parti uguali, giungono ambedue al medesimo grado di latitudine settentrionale e australe. Si può anche osservare che i due continenti avanzano da parti opposte e che si trovano di fronte e precisamente le coste dell'Africa dalle isole Canarie

[1] Vedi la seconda carta geografica.*

fino alle coste della Guinea, e quelle dell'America dalla Guayana fino alla foce del Rio de Janeiro. 208

Sembra dunque che le terre piú antiche del globo siano i paesi che si trovano ai due lati di queste linee, situati ad una media distanza, per esempio, a 200 o a 250 leghe da ciascun lato; e seguendo questa opinione, che è fondata sulle osservazioni che abbiamo ora riferite, troveremo che nel Continente Antico le terre piú vecchie dell'Africa sono quelle che vanno dal Capo di Buona Speranza fino al Mar Rosso e all'Egitto, su una larghezza di circa 500 leghe e che, di conseguenza, tutte le coste occidentali dell'Africa, dalla Guinea fino allo stretto di Gibilterra, sono terre piú recenti. Anche in Asia, se si segue la linea sulla stessa larghezza, le terre piú antiche sono l'Arabia felice e deserta, la Persia e la Georgia, la Turcomannia, e una parte della Tartaria indipendente, la Circassia e una parte della Moscovia eccetera. Di conseguenza l'Europa è piú recente e forse anche la Cina e la parte orientale della Tartaria. Nel Continente Nuovo troveremo che la terra di Magellano, la parte orientale del Brasile, della regione delle Amazzoni, della Guayana e del Canadà, sono paesi recenti a paragone del Tucumán, del Perú, delle regioni e delle isole bagnate dal Golfo del Messico, della Florida, del Mississipí e del Messico. Si possono aggiungere a queste osservazioni due fatti assai notevoli: il Continente Antico e il Nuovo sono quasi opposti l'uno all'altro, il 209 primo è piú esteso a nord che non a sud dell'equatore, mentre il Nuovo lo è piú a sud che non a nord, sempre rispetto all'equatore; il centro del Continente Antico è a 16 o 18 gradi di latitudine nord, quello del Continente Nuovo a 16 o 18 gradi di latitudine sud, tanto che sembrano fatti per equilibrarsi. Vi è fra loro anche una singolare corrispondenza, benché mi sembri piú accidentale di quelle di cui ho parlato prima: cioè che i due continenti potrebbero essere ciascuno diviso in due parti e tutte e quattro le parti risultanti essere circondate dal mare da ogni lato se non vi fossero due piccoli istmi, quello di Suez e quello di Panama.

Ecco che cosa si può ricavare di piú generale sulla divisione della terra da un attento esame del globo. Ci asterremo dal fare in proposito ipotesi e dall'azzardare ragionamenti che potrebbero condurci a false conseguenze, ma poiché nessuno aveva considerato sotto questo aspetto la divisione del globo, ho creduto di dover comunicare queste osservazioni. È assai singolare che la linea che segna la maggior lunghezza dei continenti terrestri, li divida in due parti eguali; né lo è di meno il fatto che queste due linee comincino e finiscano agli stessi gradi di latitudine e che siano tutte e due ugualmente inclinate rispetto all'equatore. Questi rapporti possono riferirsi a qualche cosa di generale che forse verrà scoperto e che noi ignoriamo. Esamineremo in seguito piú dettagliatamente le ineguaglianze nella forma dei continenti: ci basta di osservare che i paesi piú vecchi devono essere i piú vicini a queste linee ed anche i piú elevati e che le terre piú recenti ne devono essere le piú lontane e nello stesso tempo sono le piú basse. Cosí in America la terra delle Amazzoni, la Guayana, e il Canadà saranno le regioni piú nuove: gettando uno sguardo sulle carte di questi paesi, si vede che le acque vi sono distribuite da tutte le parti, che vi sono molti grandi fiumi e laghi, fatto che indica come queste terre siano ancora recenti; al contrario il Tucumán, il Perú ed il Messico sono paesi molto elevati, molto montuosi, e vicini alla linea che divide il continente, fatto che sembra provare che sono piú antichi di quelli di cui sopra abbiamo parlato. Perciò tutta l'Africa è molto montuosa, perché questa parte del mondo è molto antica; non vi sono che l'Egitto, la Barberia e le coste occidentali dell'Africa fino al Senegal, che si possano considerare terre nuove. Anche l'Asia è una terra antica, forse la piú antica di tutte, soprattutto le regioni dell'Arabia, della Persia e della Tartaria; ma le ineguaglianze di questa vasta parte del mondo richiedono, come quelle dell'Europa, una descrizione particolareggiata che rimandiamo a un altro articolo. Si potrà dire in generale che l'Europa è un continente recente, la tradizione sulla migrazione dei popoli e sull'origine delle arti e delle scienze

sembra indicarlo; non molto tempo fa essa era ancora piena di paludi e coperta di foreste, mentre invece nei luoghi abitati molto anticamente vi è poco bosco, poca acqua, poche paludi, molte lande e brughiere, una grande quantità di montagne le cui sommità sono secche e aride, perché gli uomini distruggono i boschi, incanalano le acque, racchiudono i fiumi, disseccano le paludi e, col tempo, dànno alla terra un volto del tutto differente da quello dei paesi disabitati o abitati da poco.* 211

Gli antichi non conoscevano che una piccolissima parte del globo; l'America intera, le regioni artiche, la terra australe e magellanica, una grande parte dell'interno dell'Africa erano loro completamente sconosciute; essi non sapevano che la zona torrida era abitata, benché avessero navigato intorno a tutta l'Africa: sono 2200 anni che Neco, re dell'Egitto, donò dei vascelli ad alcuni Fenici, che partirono per il Mar Rosso, costeggiarono l'Africa, doppiarono il Capo di Buona Speranza e infine, impiegati due anni a fare questo viaggio, al terzo entrarono nello Stretto di Gibilterra.[1] Tuttavia gli antichi non conoscevano la proprietà della calamita di dirigersi verso i poli del mondo, benché conoscessero l'altra sua proprietà di attirare il ferro; essi ignoravano la causa generale dell'alta e bassa marea; non erano sicuri che l'oceano circondasse il globo senza interruzione: alcuni, in verità, l'hanno supposto, ma con cosí scarso fondamento, che nessuno ha osato dire o congetturare che fosse possibile fare il giro del mondo. Magellano è stato il primo a compierlo nell'anno 1519 impiegandovi 1124 giorni. Francesco Drake è stato il secondo nel 1577 e ci è riuscito in 1056 giorni. 212 Poi Tommaso Cavendish ha fatto questo grande viaggio in 777 giorni nell'anno 1586; questi famosi viaggiatori sono stati i primi a dimostrare fisicamente la sfericità e l'estensione della circonferenza della terra; infatti gli antichi erano ancora molto lontani dall'averne una giusta misura, benché vi si fossero molto applicati. I venti generali e regolari e l'uso che se ne può fare per i viaggi a lungo corso, erano loro altresí completamente

[1] Vedi Herod. iv.

sconosciuti; non si deve perciò essere sorpresi del poco progresso che essi hanno fatto in geografia, se oggi, nonostante tutte le conoscenze acquistate col soccorso delle scienze matematiche e con le scoperte dei navigatori, resta ancora molto da scoprire e vaste regioni sono ancora da conoscere. Quasi tutte le terre che si trovano dalla parte del polo antartico ci sono sconosciute, si sa soltanto che ci sono e che sono separate da tutti gli altri continenti dall'oceano; restano ancora molte regioni da scoprire dalla parte del polo artico, e si è costretti ad ammettere, con un certo rammarico, che da piú di un secolo l'entusiasmo per le scoperte di nuove terre si è estremamente indebolito: si è preferito, e forse a ragione, l'utile trovato nel valorizzare quelle che si conoscevano, alla gloria di conquistarne delle nuove.

Tuttavia la scoperta di queste terre australi sarebbe importante oggetto di curiosità e potrebbe essere utile; si è arrivati a *213* conoscere in questa zona solo alcune coste, ed è increscioso che i navigatori, che hanno voluto tentare questa scoperta in differenti tempi, siano quasi sempre stati fermati dai ghiacci che hanno loro impedito di raggiungere la terra. La nebbia che è molto fitta in quei luoghi, rappresenta un altro ostacolo: tuttavia, nonostante questi inconvenienti, si può sperare che partendo dal Capo di Buona Speranza in diverse stagioni, si arrivi finalmente a conoscere una parte di queste terre, che finora costituiscono un mondo a parte.

Vi sarebbe anche un altro mezzo che forse darebbe migliori risultati: poiché i ghiacci e le nebbie sembrano avere arrestato tutti i navigatori che hanno intrapreso la scoperta delle terre australi dalla parte dell'Oceano Atlantico e poiché i ghiacci si sono presentati sia durante il periodo estivo che in tutte le altre stagioni, non ci si potrebbe ripromettere un miglior successo cambiando strada? Penso che si potrebbe tentare di arrivare a queste terre attraverso il Pacifico, partendo da Baldivia o da un altro porto della costa del Cile, e attraversando questo mare sotto il 50° grado di latitudine sud. Questa navigazione, che

non è mai stata tentata, non sembra pericolosa; probabilmente si troverebbero durante la traversata nuove terre, perché dal lato del polo australe ci resta ancora tanto da conoscere che si può valutarlo, senza timore di sbagliare, a piú di un quarto della superficie del globo, cosicché potrebbe esserci, in queste zone, un continente terrestre grande come l'Europa, l'Asia e l'Africa insieme.*

Poiché non conosciamo affatto questa parte del globo, non possiamo sapere esattamente la proporzione che vi è fra la superficie della terra e quella del mare; possiamo soltanto dire che, per quanto è possibile giudicare in base a ciò che conosciamo, dovrebbe esserci piú mare che terra. *214*

Se vogliamo avere un'idea dell'enorme quantità d'acqua contenuta dai mari, supponiamo che l'oceano abbia una comune e generale profondità, e immaginandola di non piú di duecento tese o della decima parte di una lega, ci accorgeremo che vi è sufficiente acqua per coprire l'intero globo per un'altezza di seicento piedi; e se si volesse ridurre quest'acqua ad una sola massa, si troverebbe che essa forma un globo di piú di sessanta leghe di diametro.

I navigatori assicurano che il continente delle terre australi è molto piú freddo di quello del polo artico, ma non abbiamo nessuna sicurezza del fondamento di questa opinione, probabilmente ritenuta esatta dai viaggiatori solo perché hanno trovato ghiacci ad una latitudine in cui non se ne trovano mai nei nostri mari settentrionali, fatto che può essere provocato da qualche causa particolare. Non si trovano piú ghiacci a partire dal mese di aprile al di qua di 67 o 68 gradi di latitudine settentrionale ed i selvaggi dell'Acadia e del Canadà dicono che quando non si sono completamente sciolti in quel mese, è segno che il resto dell'anno sarà freddo e piovoso. Nel 1725 non vi fu, per cosí dire, estate e piovve quasi di continuo; cosí non soltanto i ghiacci dei mari settentrionali non si erano sciolti al 67° grado nel mese di aprile, ma se ne trovarono verso il 15 giugno anche al 41° o 42° grado.[1] *215*

[1] Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1725.

Si trova una grande quantità di questi ghiacci fluttuanti nel Mar del Nord,* soprattutto a una certa distanza dalla terra: provengono dal Mar di Tartaria e si dirigono verso le acque della Nuova Zembla e verso altre parti del Mar Glaciale. Mi è stato assicurato da persone degne di fede, che un capitano inglese chiamato Monson, invece di cercare un passaggio fra le terre del nord per andare in Cina, aveva diretto la sua strada al polo e vi si era avvicinato fino a due gradi, trovando lungo il percorso solo mare aperto senza blocchi di ghiaccio, il che sta a dimostrare che i ghiacci si formano vicino alla terra e mai in mare aperto; infatti quand'anche si volesse supporre, contro ogni apparenza, che il freddo al polo fosse tale da far ghiacciare la superficie del mare, non si arriverebbe meglio a capire come questi enormi ghiacci fluttuanti potrebbero formarsi, se non trovassero un punto di appoggio contro le terre, da dove poi, per il calore del sole, si staccano. I due vascelli, che la Compagnia delle Indie mandò nel 1739 alla scoperta delle terre australi, trovarono ghiacci ad una latitudine di 47 o 48 gradi; ma questi ghiacci non lontani dalla terra, che venne scorta, ma cui non si riuscí ad approdare,[1] devono provenire dalle terre interne 216 e vicine al polo australe e si può congetturare che seguano il corso di molti grandi fiumi, da cui queste terre sconosciute sono bagnate, cosí come l'Oby, lo Jenisca* e gli altri grandi fiumi che si gettano nel Mar del Nord, trascinano i ghiacci che bloccano per la maggior parte dell'anno lo Stretto di Vaigach, e rendono inavvicinabile il Mar di Tartaria da questa parte, mentre al di là della Nuova Zembla e piú vicino ai poli, dove vi sono pochi fiumi e poche terre, i ghiacci sono in minor quantità ed il mare è piú navigabile. Se dunque si volesse tentare di giungere in Cina e in Giappone attraverso il Mar del Nord, forse, per allontanarsi maggiormente dalle terre e dai ghiacci, si dovrebbe dirigere la propria rotta al polo e cercare i mari piú aperti in cui certamente non vi sono ghiacci o per lo meno ve ne sono pochi. Si sa infatti che l'acqua salata può

[1] Vedi su ciò la carta di Buache, 1739.

diventare molto piú fredda dell'acqua dolce gelata, senza ghiacciare, e che perciò il freddo eccessivo del polo può rendere l'acqua del mare piú fredda del ghiaccio, senza che la superficie del mare geli, tanto che, oltre gli 80 o 82 gradi, la superficie del mare, benché mescolata con molta neve ed acqua dolce, è ghiacciata solo vicino alle coste. Dalle testimonianze dei viaggiatori sul passaggio dall'Europa alla Cina attraverso il Mar del Nord, sembra che esso esista e che se è stato tante volte inutilmente tentato, ciò è dovuto al fatto che si è sempre avuto il timore di allontanarsi dalle terre e di avvicinarsi al polo; i viaggiatori l'hanno forse immaginato come uno scoglio.

217

Guglielmo Barents, pur avendo fallito come tanti altri nel suo viaggio al nord, non metteva in dubbio che vi fosse un passaggio e che, se si fosse allontanato di piú dalle terre, avrebbe trovato il mare libero e senza ghiacci. Alcuni viaggiatori moscoviti, inviati dallo zar ad esplorare i mari del nord, riferirono che la Nuova Zembla non è affatto un'isola, ma una terra ferma appartenente al continente della Tartaria e che al nord della Nuova Zembla vi è un mare libero ed aperto. Un viaggiatore olandese ci assicura che il mare getta, di tempo in tempo, sulle coste della Corea e del Giappone balene che hanno sul dorso arpioni inglesi ed olandesi. Un altro olandese ha sostenuto di essere giunto fin sotto il polo ed ha assicurato che vi faceva tanto caldo, quanto ne fa ad Amsterdam in estate. Un inglese di nome Goulden che aveva fatto piú di trenta viaggi in Groenlandia, riferí al re Carlo II che due vascelli olandesi, insieme ai quali veleggiava, non avendo trovato balene sulle coste dell'isola di Edge, decisero di andare piú a nord; di ritorno dopo quindici giorni, questi olandesi gli riferirono che erano arrivati fino a 89 gradi di latitudine, cioè fino a un grado dal polo, e che là non avevano affatto trovato ghiacci, ma un mare libero e aperto, molto profondo, simile a quello della Baia di Biscaglia e gli mostrarono quattro giornali dei due vascelli che attestavano la stessa cosa e si accordavano quasi perfettamente. Infine è riferito nelle "Philosophical Transactions"

che due viaggiatori, avendo cercato di scoprire questo passaggio, 218 si inoltrarono per trecento leghe ad oriente della Nuova Zembla, ma che, sulla via del ritorno, la Compagnia delle Indie, che aveva interesse a non far scoprire questo passaggio, impedí loro di ritornare.[1] La Compagnia delle Indie Olandesi giudicò invece suo interesse trovare questo passaggio; avendolo inutilmente tentato dalla parte dell'Europa, lo fece cercare dalla parte del Giappone e vi sarebbe probabilmente riuscita, se l'imperatore del Giappone non avesse interdetto agli stranieri ogni navigazione dalla parte delle terre di Iesso.* Questo passaggio non può dunque trovarsi che andando direttamente al polo al di là dello Spitzberg, oppure passando fra la Nuova Zembla e lo Spitzberg spingendosi in alto mare, sotto il 79° grado di latitudine:** se questo mare ha una certa estensione in larghezza, non si deve temere di trovare ghiaccio a questa latitudine e nemmeno sotto il polo, per le ragioni che abbiamo esposto. Non vi sono esempi che sia stata trovata la superficie del mare ghiacciata al largo, a una considerevole distanza dalla costa: il solo esempio di mare totalmente ghiacciato è quello del Mar Nero, che è stretto e poco salato e che riceve una grande quantità di fiumi, che vengono dalle regioni settentrionali e vi trasportano ghiacci; per questo esso gela talvolta al punto che la sua superficie è interamente ghiacciata, anche ad una certa profondità e, se si crede agli storici, gelò al tempo dell'imperatore Copronimo, per trenta cubiti di spessore, senza considerare i venti di neve che aveva sopra il ghiaccio: questo fatto mi 219 sembra esagerato, ma indubbiamente il Mar Nero gela quasi tutti gli inverni, mentre i mari aperti, mille leghe piú vicini al polo, non gelano: ciò proviene solo dalla differenza della salsedine e dai pochi ghiacci che portano i fiumi, a paragone della enorme quantità di blocchi di ghiaccio che vengono trasportati nel Mar Nero.

Questi ghiacci, considerati barriere che si oppongono alla navigazione verso i poli ed alla scoperta delle terre australi, pro-

[1] Vedi il "Recueil des voyages du Nord", p. 200.

vano soltanto che nei pressi delle regioni dove sono stati trovati, vi sono grandissimi fiumi, che dunque esistono vastissimi continenti da cui questi fiumi traggono la loro origine e che non ci si deve scoraggiare alla vista di questi ostacoli; infatti se vi si presta attenzione, si ammetterà facilmente, riflettendovi, che questi ghiacci si trovano solo in alcuni punti, che è pressoché impossibile che lungo l'intero circolo, col quale possiamo immaginare terminino le terre australi dal lato dell'equatore, vi siano dappertutto grandi fiumi che trascinano ghiacci e che dunque si riuscirebbe con grande probabilità nell'impresa dirigendo la propria strada verso qualche altro punto di questo circolo. D'altra parte la descrizione che Dampier e qualche altro viaggiatore ci hanno dato della regione della Nuova Olanda, ci può far supporre che questa parte del globo vicina alle terre australi, di cui forse fa parte, sia meno antica del resto di questo continente sconosciuto. La Nuova Olanda è una terra bassa, 220 senz'acqua, senza montagne, poco abitata, i cui indigeni sono selvaggi senz'arte; tutto ciò contribuisce a farci pensare che questi selvaggi potrebbero essere qui, pressappoco ciò che i selvaggi dell'Amazzonia e del Paraguay sono in America. Si sono trovati uomini civili, imperi e re nel Perú e nel Messico, cioè nelle regioni d'America piú alte, e di conseguenza piú antiche; i selvaggi, invece, sono stati trovati nelle regioni piú basse e piú nuove: cosí si può supporre che anche nell'interno delle terre australi si troverebbero uomini riuniti in società nelle regioni alte, donde quei grandi fiumi che trascinano al mare enormi blocchi di ghiaccio traggono la loro origine.

L'interno dell'Africa ci è sconosciuto quasi come lo era agli antichi; essi avevano, come noi, fatto il giro di questa penisola per mare, ma, in verità, non ci avevano lasciato né carte né descrizioni di queste coste. Stando a Plinio, fin dal tempo di Alessandro, il giro dell'Africa era stato fatto, si erano trovati nel Mar d'Arabia relitti di vascelli spagnoli e Annone, generale cartaginese, aveva compiuto il giro da Gades fino al Mar d'Arabia e ne aveva data anche, per iscritto, la relazione. Inoltre Plinio

ci ripeteva quanto aveva narrato Cornelio Nepote, cioè che al suo tempo un certo Eudosso, perseguitato dal re Lathurus, fu obbligato a fuggirsene; partito dal Golfo Arabico, era arrivato a Gades, ma che anche prima di allora esisteva un commercio per mare dalla Spagna in Etiopia.[1] Tuttavia, malgrado queste testimonianze degli antichi, si era sempre rimasti convinti che essi non fossero mai riusciti a doppiare il Capo di Buona Speranza, ed è stata considerata come una nuova scoperta questa strada che i Portoghesi hanno imboccato per primi, per raggiungere le Grandi Indie: spero di non irritare narrando ciò che se ne pensava nel nono secolo.

221

"Si è scoperta al nostro tempo una cosa del tutto nuova, ignorata da quelli che hanno vissuto prima di noi. Nessuno credeva che il mare che si stende dalle Indie fino alla Cina, avesse comunicazione col Mar di Siria: non ci si convinceva che ciò fosse vero. Ecco che cosa è avvenuto ai nostri tempi, a quanto noi ne abbiamo saputo.

"Si sono trovati nel Mar di *Roum* o Mediterraneo i relitti di un vascello arabo spezzato dalla tempesta, tutti coloro che vi erano imbarcati erano periti; fatto a pezzi dai flutti, i venti e le onde lo avevano portato fino al Mare dei Cozar e di là fino al canale del Mar Mediterraneo, da dove infine era stato gettato sulla costa della Siria, fatto che sta a dimostrare come il mare circondi tutta la regione della Cina e di Ceylon, la parte estrema del Turchestan e la regione dei Cozar, per poi passare attraverso lo stretto, e giungere a bagnare la costa della Siria. La prova ci è data dal modo in cui è costruito il vascello di cui abbiamo ora parlato: infatti non vi sono che i vascelli di Siraf costruiti in modo che i bordi non siano affatto inchiodati, ma congiunti insieme in modo particolare come se fossero cuciti, mentre quelli di tutto il Mediterraneo e della costa della Siria sono inchiodati e non congiunti cosí."[2]

222

[1] Plin. *Hist. nat.* I. 2.

[2] Vedi le *Anciennes relations des voyages faits par terre à la Chine*, pp. 53 sg.

Ed ecco che cosa aggiunge il traduttore di questa antica relazione.

"Abuziel fa osservare che è una cosa nuova e veramente straordinaria il fatto che un vascello fosse portato dal Mare delle Indie fin sulle coste di Siria. Per trovare il passaggio nel Mediterraneo, egli suppone che vi sia una grande estensione di mare al di sopra della Cina comunicante col Mar dei Cozar, cioè di Moscovia. Il mare che è oltre il Capo delle Correnti, era completamente sconosciuto agli Arabi per l'estremo pericolo che presenta la sua navigazione, ed il continente era abitato da popolazioni cosí barbare, da non esser facile sottometterle e neppure civilizzarle mediante il commercio. I Portoghesi non trovarono, dal Capo di Buona Speranza fino a Sofala, Mauri che si fossero stabiliti sulle città costiere, come ne trovarono poi in tutte le città marittime fino alla Cina. Questa città era l'ultima che i geografi conoscessero, ma essi non potevano dire se il mare avesse comunicazione, attraverso l'estremità dell'Africa, con quello di Barberia e si contentavano di descriverlo fino alla costa di Zinge che è quella di Cafreria; per questo non possiamo dubitare che la prima scoperta del passaggio di questo mare attraverso il Capo di Buona Speranza non sia stata fatta dagli Europei sotto la guida di Vasco da Gama, o, per lo meno, qualche anno prima che egli doppiasse il capo, se è vero che si sono trovate carte marine piú antiche di questa navigazione, nelle quali questo capo era indicato con il nome di *Fronteira da Afriqua*. Antonio Galvan testimonia, su rapporto di Francisco de Sousa Tavares, che nel 1528 l'infante don Fernando gli fece vedere una simile carta che si trovava nel monastero di Acoboca, e che era stata fatta 120 anni prima, forse su quella che dicono si trovi a Venezia nel tesoro di san Marco e che si crede a sua volta copiata su quella di Marco Polo, che segna anche la punta dell'Africa, secondo la testimonianza di Ramusio", eccetera. L'ignoranza di questi secoli per quanto riguarda la navigazione intorno all'Africa, sembrerà forse meno singolare del silenzio dell'editore di questa antica relazione sui

223

passi di Erodoto, di Plinio eccetera da noi citati, che dimostrano come gli antichi avessero fatto il giro dell'Africa.

Comunque sia, le coste dell'Africa ci sono attualmente ben conosciute; ma per quanti tentativi siano stati fatti per penetrare nell'interno del paese, non si è riusciti a conoscerlo abbastanza per darne delle relazioni esatte. Dovremmo tuttavia augurarci che attraverso il Senegal o attraverso qualche altro fiume si possa rimontare molto addentro in queste terre e stabilirvisi; forse si scoprirebbe allora, con molta probabilità, un paese ricco di miniere preziose quanto lo è il Perú od il Brasile, perché si 224 sa che i fiumi dell'Africa trascinano molto oro; e poiché si tratta di un continente dalle montagne molto elevate, situato anche sotto l'equatore, sicuramente contiene, come l'America, le miniere dei metalli piú pesanti e le pietre piú compatte e dure.*

La vasta estensione della Tartaria settentrionale e orientale non è stata conosciuta che in questi ultimi tempi.** Se le carte dei Moscoviti sono esatte, si conoscono ora le coste di tutta questa parte dell'Asia e sembra che dalla punta della Tartaria orientale fino all'America Settentrionale, non vi sia che uno spazio di 400 o 500 leghe; si è anche sostenuto, proprio negli ultimi tempi, che questo tratto fosse molto piú corto, perché nella "Gazzetta di Amsterdam" del 24 gennaio 1747 è detto, nell'articolo da Pietroburgo, che Stoller aveva scoperto, al di là della Camciatca, una delle isole dell'America Settentrionale e aveva dimostrato che, con breve tragitto, vi si poteva andare dalle terre dell'impero della Russia. Alcuni gesuiti ed altri missionari hanno anche sostenuto di aver riconosciuto in Tartaria selvaggi che avevano catechizzato in America, cosa che farebbe effettivamente supporre che il tragitto sia ancora piú corto.[1] Questo autore sostiene inoltre che i due continenti dell'Antico e del Nuovo Mondo si congiungono al nord e dice che le ultime navigazioni dei Giapponesi dànno modo di credere che il tra- 225 gitto di cui noi abbiamo parlato, non sia che una baia, al di sopra della quale però si può passare per terra dall'Asia al-

[1] Vedi il padre Charlevoix, *Histoire de la nouvelle France*, t. 3, pp. 30 sg.

l'America; ma questo richiede una conferma, perché, fino ad ora, si è creduto, probabilmente avvicinandosi alla realtà, che il continente del polo artico sia completamente separato dagli altri continenti, cosí nettamente come quello antartico.

L'astronomia e l'arte della navigazione sono giunte a un cosí alto grado di perfezione, che si può ragionevolmente sperare di avere un giorno una conoscenza esatta della superficie intera del globo. Gli antichi non ne conoscevano che una parte assai piccola, perché, non possedendo la bussola, non osavano avventurarsi in alto mare. So bene che alcuni hanno sostenuto che siano stati gli Arabi gli inventori della bussola e che essi se ne siano serviti, per molto tempo, prima di noi, per viaggiare sul Mare delle Indie e commerciare fino alla Cina;[1] ma questa opinione mi è sempre sembrata priva di qualsiasi probabilità: infatti non vi è nessuna parola nelle lingue araba, turca o persiana che possa significare bussola, ed essi si servono della parola italiana *bossola*; e ancora oggi non sanno costruirle né calamitare gli aghi, e comprano dagli europei quelle di cui si servono. Ciò che ha detto il padre Martini su questa invenzione non mi sembra avere un migliore fondamento: egli sostiene che i Cinesi possedevano la bussola da piú di tremila anni;[2] ma se le cose stanno cosí come mai ne hanno fatto un cosí limitato uso? Perché prendevano per i loro viaggi in Cocincina una strada molto piú lunga di quella necessaria? Perché si limitavano a fare sempre gli stessi viaggi di cui i piú lunghi si spingevano fino a Giava e a Sumatra? E perché non sarebbero riusciti a scoprire prima degli Europei un'infinità di isole ricche e di terre fertili loro vicine, se avessero conosciuto l'arte di navigare in alto mare? Infatti pochi anni dopo la scoperta di questa meravigliosa proprietà della calamita, i Portoghesi fecero grandissimi viaggi, doppiarono il Capo di Buona Speranza, attraversarono i mari dell'Africa e delle Indie e mentre dirigevano tutte

*226*

[1] Vedi BERGERON, *Abrégé de l'histoire des Sarrasins*, p. 119.
[2] Vedi *Historia sinica*, p. 106.

le loro rotte dalla parte dell'oriente e del mezzogiorno, Cristoforo Colombo volse le sue verso l'occidente.

Per poco che vi si facesse attenzione, era molto facile indovinare che vi erano spazi immensi verso l'occidente; infatti paragonando la parte conosciuta del globo, per esempio, la distanza della Spagna dalla Cina e facendo caso al movimento di rivoluzione della terra o del cielo, era facile vedere che restava da conoscere una ben maggiore estensione verso l'occidente di quella conosciuta verso l'oriente. Non è dunque per mancanza di conoscenze astronomiche che gli antichi non hanno trovato il Nuovo Mondo, ma unicamente per la mancanza della bussola. I passi di Platone e Aristotele in cui si parla di terre molto lontane, al di là delle Colonne d'Ercole, sembrano indicare che alcuni navigatori erano stati spinti dalle tempeste fino in America, donde erano tornati a prezzo di infiniti stenti; e si può congetturare che, quand'anche gli antichi fossero stati convinti dell'esistenza di questo continente attraverso le relazioni di questi navigatori, essi non avrebbero neanche pensato alla possibilità di aprirsi delle strade, senza nessuna guida, senza la conoscenza della bussola.

227

Ammetto che non è assolutamente impossibile viaggiare in alto mare senza bussola e persone ben determinate nel loro scopo avrebbero potuto tentare di andare alla ricerca del Nuovo Mondo, facendosi guidare soltanto dalle stelle vicine al polo. Soprattutto l'astrolabio, conosciuto dagli antichi, avrebbe potuto loro suggerire di partire dalla Francia o dalla Spagna e di indirizzare la rotta verso l'occidente, lasciando sempre la stella polare a destra e misurandone spesso l'altezza per mantenersi pressappoco sotto lo stesso parallelo; senza dubbio facendo cosí i Cartaginesi, di cui parla Aristotele, riuscirono a tornare da quelle terre lontane, lasciando la stella polare a sinistra; ma si deve ammettere che un simile viaggio non poteva non essere considerato un'impresa temeraria e di conseguenza non dobbiamo meravigliarci che gli antichi non ne avessero neanche concepito il progetto.

Già al tempo di Cristoforo Colombo erano state scoperte le Azzorre, le Canarie e Madera: si era notato che, quando i venti dell'ovest erano durati a lungo, il mare conduceva sulle coste di queste isole pezzi di legno sconosciuti, canne di una specie ignota ed anche corpi di morti che da vari segni si riconoscevano non essere né europei né africani.[1] Colombo stesso notò che dalla parte dell'ovest venivano venti che non duravano se non qualche giorno e si convinse che erano venti di terra. Eppure, nonostante avesse sugli antichi tutti questi vantaggi e la bussola, le difficoltà che rimanevano da vincere erano ancora cosí grandi, che solo il successo poteva giustificare l'impresa; infatti supponiamo per un istante che il continente del Nuovo Mondo fosse stato piú lontano, per esempio di 1000 o 1500 leghe, di quanto non lo sia effettivamente, cosa che Colombo non poteva sapere né prevedere, egli non vi sarebbe arrivato e forse questo grande paese sarebbe ancora sconosciuto. Questa ipotesi è tanto piú fondata per il fatto che Colombo al suo secondo viaggio nel Nuovo Mondo, benché fosse il piú abile navigatore del suo secolo, fu preso dal terrore e dallo sbalordimento; infatti poiché la prima volta aveva trovato solo isole, la seconda volta diresse piú a mezzogiorno la sua rotta per cercare di scoprire una terra ferma, ma fu arrestato dalle correnti, la cui vasta estensione e la cui direzione, sempre opposta alla sua strada, l'obbligarono a tornare indietro per cercare terra ad occidente. Egli immaginò che ad impedirgli di avanzare verso mezzogiorno non fossero delle correnti, ma che il mare andasse alzandosi verso il cielo e che forse l'uno e l'altro si toccavano a mezzogiorno: prova che, nelle troppo grandi imprese, un minimo incidente sfortunato può confondere la testa ed abbattere il coraggio.

*228*

[1] Vedi il padre Charlevoix, *Histoire de Saint-Domingue*, vol. I, pp. 66 sgg.

# ARTICOLO 7

## *Sulla formazione degli strati o letti di terra*

Abbiamo fatto vedere nell'articolo 1 che, in virtú dell'attrazione reciproca fra le parti della materia e in virtú della forza centrifuga che risulta dal movimento di rotazione intorno al suo asse, la terra ha necessariamente preso la forma di uno sferoide i cui diametri differiscono di una 230ª parte, e che solo per i mutamenti avvenuti alla superficie e causati dai movimenti dell'aria e delle acque, questa differenza è potuta divenire piú grande, come si pretende di concludere dalle misure prese all'equatore ed al circolo polare artico. Questa forma della terra, che si accorda cosí bene con le leggi dell'idrostatica e con la nostra teoria, suppone che il globo fosse allo stato di liquefazione nel periodo di tempo in cui assunse la sua forma e noi abbiamo inoltre dimostrato che il movimento di proiezione e quello di rotazione sono stati impressi contemporaneamente da un medesimo impulso. Ci persuaderemo facilmente che la terra si sia trovata in uno stato di liquefazione prodotto dal fuoco, quando esamineremo la natura delle materie contenute nel globo, 230 la maggior parte delle quali, come le sabbie e le argille, sono materie vetrificate o vetrificabili, e quando da un altro punto

di vista rifletteremo sull'impossibilità che la terra si sia mai trovata in uno stato di fluidità causato dalle acque, dato che c'è un'infinità piú di terra che di acqua, né d'altra parte l'acqua ha la capacità di sciogliere le sabbie, le pietre e le altre materie di cui la terra è composta.

Mi rendo dunque conto che la terra ha potuto assumere la sua forma solo nel periodo di tempo che è stata liquefatta dal fuoco e, tirando le conseguenze da questa nostra ipotesi, immagino che, quando uscí dal sole, essa non aveva altra forma se non quella di un torrente di materie fuse e di vapori infiammati, che questo torrente si riuní per la reciproca attrazione delle parti e divenne un globo al quale il movimento di rotazione dette la forma di uno sferoide e che, quando la terra si raffreddò, i vapori, che si erano dapprima estesi allo stesso modo in cui si allarga la coda della cometa, si condensarono a poco a poco, caddero sotto forma di acqua sulla superficie del globo e depositarono contemporaneamente un limo mescolato a sostanze sulfuree e saline, una parte del quale è scivolato, per i movimenti delle acque, nelle fenditure perpendicolari in cui ha prodotto i metalli e i minerali, mentre il resto è rimasto sulla superficie del globo ed ha prodotto quella terra rossastra che forma il primo strato di terra e che, a seconda dei luoghi, è piú o meno mescolata con particelle animali o vegetali ridotte in piccole molecole, nelle quali non è piú sensibile l'organizzazione.

Cosí nel suo primo stato la terra era, all'interno, composta *231* di una materia vetrificata, come credo lo sia ancora oggi; sopra di essa si sono trovate le parti che il fuoco ha maggiormente diviso, le sabbie, per esempio, che sono solo frammenti di vetro, e sopra ancora le materie piú leggere, le pietre pomice, le schiume e le scorie della materia vetrificata sono venute a galla ed hanno formato le crete e le argille: tutto ciò era ricoperto da uno strato di acqua[1] di 500 o 600 piedi di spessore pro-

[1] L'opinione che la terra sia stata completamente coperta di acqua, è propria di alcuni filosofi antichi, ed anche della maggior parte dei Padri della Chiesa: "In mundo primordio aqua in omnem terram stagnabat", dice

dotto dalla condensazione dei vapori quando il globo cominciò a raffreddarsi; quest'acqua depose dappertutto uno strato di limo mescolato a tutte le materie che possono sublimare ed esalare ad un calore molto elevato e l'aria si formò con i vapori piú sottili che si staccarono dalle acque per la loro leggerezza, stabilendosi al di sopra di esse.*

Questo era lo stato del globo, quando l'azione delle maree, dei venti e del calore del sole cominciò ad alterare la superficie della terra. Il movimento diurno e quello delle maree sollevarono prima le acque nelle zone meridionali; esse trascinarono e portarono verso l'equatore il limo, le argille, le sabbie e, sollevando le terre dell'equatore, abbassarono forse a poco a poco quelle dei poli dando cosí luogo a quella differenza di circa due leghe di cui abbiamo già parlato. Le acque spezzarono infatti ben presto e ridussero in polvere le pietre pomice e le altre parti spugnose della materia vetrificata che erano sulla superficie, scavarono cavità profonde, innalzarono alture che sono poi diventate continenti, e produssero tutte le ineguaglianze che notiamo sulla superficie della terra e che sono piú accentuate verso l'equatore che in qualsiasi altro luogo: le montagne piú alte sono poste fra i tropici e al centro delle zone temperate e le piú basse al circolo polare ed oltre; infatti fra i tropici si trovano le Cordigliere e quasi tutte le montagne del Messico e del Brasile, le montagne dell'Africa cioè il Grande e Piccolo Atlante, i Monti della Luna, eccetera. Le terre situate in questa zona sono anche le piú ineguali di tutto il globo, né piú né meno dei mari, se si trovano fra i tropici molte piú isole che in qualsiasi altro luogo, fatto che sta a dimostrare con chiara evidenza che le maggiori ineguaglianze della terra si trovano, in effetti, vicino all'equatore.

Per quanto questa mia teoria sia indipendente dall'ipotesi di

San Giovanni Damasceno, II. 9; "Terra erat invisibilis, quia exundabat aqua et operiebat terram", dice Sant'Ambrogio, *Hexam.*, I. 8; "Submersa tellus cum esset, faciem ejus inundante aqua, non erat adspectabilis" dice San Basilio, *II Hom.* Vedi anche Sant'Agostino, *de Genesi*, I. 12.

ciò che può essere avvenuto nel tempo in cui il globo era nel suo primo stato, sono stato ben contento di tornarvi in questo articolo, per far vedere il legame ed i possibili sviluppi del sistema che ho proposto e di cui ho dato lo schizzo nel primo articolo; basta notare che la mia teoria, che costituisce l'argomento *233* principale di questa mia opera, non parte da cosí lontano, perché mi limito a considerarvi la terra in uno stato piú o meno simile a quello in cui noi la vediamo e non mi servo di nessuna di quelle supposizioni che si è obbligati ad usare quando si vuol ragionare sullo stato passato del globo terrestre; ma poiché espongo qui una nuova idea sul limo delle acque che, a mio avviso, ha formato il primo strato di terra che avviluppa il globo, mi sembra necessario dare anche le ragioni sulle quali fondo questa opinione.

I vapori che si innalzano nell'aria, producono le piogge, le rugiade, i fuochi aerei, i tuoni e le altre meteore: questi vapori sono dunque mescolati a particelle acquee, aeree, sulfuree, terrose eccetera, e sono proprio queste particelle solide fatte di terra, che formano il limo di cui vogliamo parlare. Quando si lascia depositare acqua piovana, si forma sul fondo un sedimento; quando, dopo aver raccolto un'abbastanza grande quantità di rugiada, la si lascia depositare ed alterare, essa produce una specie di limo che cade sul fondo del recipiente: questo limo è molto abbondante, la rugiada ne produce molto di piú dell'acqua piovana ed è grasso, untuoso e rossastro.

Il primo strato che circonda il globo della terra, è composto proprio da questo limo mescolato a frammenti di vegetali o di animali distrutti, oppure a particelle pietrose e sabbiose: si può notare quasi dappertutto che la terra coltivabile è rossastra e mescolata, dove piú e dove meno, a queste diverse materie; le particelle di sabbia o di pietra che vi si trovano sono di due *234* specie, le une grossolane e massicce, le altre piú fini, talvolta addirittura impalpabili; le piú grosse provengono dallo strato inferiore da cui vengono staccate, quando si ara e si lavora la terra, oppure è il limo che si trova sopra a scivolare e a pene-

trare nello strato inferiore che è di sabbia o di altre materie divise, e a formare quelle terre che chiamiamo sabbie grasse. Le altre parti pietrose, piú sottili, vengono dall'aria, cadono come le rugiade e le piogge e si mescolano in profondità col limo: si tratta, per essere precisi, del residuo di polvere, trasportato dall'aria, che i venti sollevano continuamente dalla superficie terrestre e che ricade, dopo essersi imbevuto dell'umidità dell'aria. Se il limo si trova in grande quantità tanto da predominare, mentre le parti pietrose e sabbiose sono poche, la terra è rossastra, morbida e molto fertile; se è mescolata contemporaneamente ad una notevole quantità di vegetali o di animali distrutti, appare nerastra e spesso è anche piú fertile della prima; se sia il limo sia le parti animali e vegetali sono in piccola quantità, allora la terra è bianca e sterile; quando poi le parti sabbiose, pietrose e cretacee, che compongono queste terre sterili e prive di limo, sono mescolate con una assai grande quantità di vegetali e di animali distrutti, esse formano terre nere e leggere, che non hanno nessuna coesione e poca fertilità, cosí che, a seconda delle varie combinazioni di queste tre diverse materie, limo, parti animali e vegetali, particelle di sabbia e di pietra, le terre sono piú o meno feconde e di diverso colore. Spiegheremo particolareggiatamente, nel nostro discorso sui vegetali, tutto ciò che ha rapporto con la natura e la qualità delle diverse terre,* ma qui non abbiamo altro fine se non quello di spiegare come si sia formato questo primo strato che circonda il globo e che proviene dal limo delle acque.

*235*

Per fissare le idee, prendiamo il primo terreno che si presenta, nel quale si sia scavato abbastanza profondamente, per esempio il terreno di Marly-la-Ville in cui i pozzi sono profondissimi: è un paese elevato, ma piatto e fertile, i cui strati di terra poggiano orizzontalmente. Ho fatto venire un campione di tutti questi strati che il Dalibard, abile botanico, versato d'altra parte in tutti i rami della scienza, ha di buon grado accettato di esaminare, e dopo aver provato tutte queste materie con l'acqua forte ne ho compilato la tavola seguente.

*Stato dei diversi letti di terra che si trovano a Marly-la-Ville fino a cento piedi di profondità*[1]



| | Piedi | Pollici |
|---|---|---|
| 1 | | |
| Buona terra vegetale rossastra, mescolata con alquanto limo, con una minima quantità di sabbia vetrificabile ed una quantità un po' piú considerevole di sabbia calcinabile che io chiamo ghiaia | 13 | |
| 2 | | |
| Buona terra vegetale o limo mescolato con alquanta ghiaia e con un po' piú di sabbia vetrificabile | 2 | 6 |
| 3 | | |
| Limo mescolato a sabbia vetrificabile in quantità piuttosto abbondante, e che dava pochissima effervescenza unito all'acqua forte | 3 | |
| 4 | | |
| Marna dura che dava una grande effervescenza unita all'acqua forte | 2 | |
| 5 | | |
| Pietra di argilla calcarea assai dura | 4 | |
| 6 | | |
| Marna in polvere, mescolata a sabbia vetrificabile | 5 | |
| 7 | | |
| Sabbia finissima vetrificabile | 1 | 6 |
| Profondità | 31 | |

[1] Lo scavo è stato fatto per un pozzo in un terreno ora di proprietà del signor Pommery.

| | Piedi | Pollici |
|---|---|---|
| *Dalla pagina precedente* | 31 | |
| 8 | | |
| Marna di terra, mescolata a poca sabbia vetrificabile | 3 | 6 |
| 9 | | |
| Marna dura, nella quale si trova della vera selce che è una pietra focaia perfetta | 3 | 6 |
| 10 | | |
| Ghiaia o polvere di marna | 1 | |
| 11 | | |
| *Eglantine*, pietra sonante dalla durezza e dalla grana del marmo | 1 | 6 |
| 12 | | |
| Ghiaia marnosa | 1 | 6 |
| 13 | | |
| Marna in pietra dura, la cui grana è molto fina | 1 | 6 |
| 14 | | |
| Marna in pietra, la cui grana non è cosí fina | 1 | 6 |
| 15 | | |
| Marna ancora piú granita e grossolana | 2 | 6 |
| 16 | | |
| Sabbia vetrificabile finissima, mescolata a conchiglie di mare fossili, che non hanno alcuna aderenza con la sabbia e che hanno ancora i loro colori e le loro tinte naturali | 1 | 6 |
| Profondità | 49 | |

237

| | Piedi | Pollici |
|---|---|---|
| *Dalla pagina precedente* | 49 | |
| 17 | | |
| Ghiaia finissima o polvere fina di marna | 2 | |
| 18 | | |
| Marna in pietra dura | 3 | 6 |
| 19 | | |
| Marna in polvere assai grossolana | 1 | 6 |
| 20 | | |
| Pietra dura e calcinabile come il marmo | 1 | |
| 21 | | |
| Sabbia grigia, vetrificabile mescolata a conchiglie fossili, soprattutto a molte ostriche e spondili che non hanno nessuna aderenza con la sabbia e che non sono affatto pietrificate | 3 | |
| 22 | | |
| Sabbia bianca, vetrificabile, mescolata con le stesse conchiglie | 2 | |
| 23 | | |
| Sabbia striata di rosso e bianco, vetrificabile, mescolata con le stesse conchiglie | 1 | |
| 24 | | |
| Sabbia piú grossa, ma sempre vetrificabile mescolata alle stesse conchiglie | 1 | |
| 25 | | |
| Sabbia grigia, fina, vetrificabile, mescolata con le stesse conchiglie | 8 | 6 |
| Profondità | 72 | 6 |

| | Piedi | Pollici |
|---|---|---|
| *Dalla pagina precedente* | 72 | 6 |
| 26 | | |
| Sabbia grassa, finissima, in cui sono rimaste solo poche conchiglie | 3 | |
| 27 | | |
| Arenaria | 3 | |
| 28 | | |
| Sabbia vetrificabile, striata di rosso e di bianco | 4 | |
| 29 | | |
| Sabbia bianca, vetrificabile | 3 | 6 |
| 30 | | |
| Sabbia vetrificabile e rossastra | 15 | |
| Profondità alla quale si è smesso di scavare | 101 | |

Ho detto che avevo provato tutte queste materie con l'acqua forte, perché quando il loro esame e paragone con altre materie che si conoscono non è sufficiente a metterci in condizione di poter loro dare un nome e di porle nella classe alla quale appartengono e si fatica anche ad emettere un qualsiasi parere tratto dalla semplice osservazione, non c'è mezzo piú rapido e forse piú sicuro, del provare con l'acqua forte le materie terrose o pietrose; quelle che vengono subito sciolte dagli acidi con sviluppo di calore ed ebollizione sono di solito calcinabili, quelle invece che resistono senza che si produca nessun cambiamento, sono vetrificabili.

239

Ci si accorge da questa enumerazione che il terreno di Marly-la-Ville è stato, una volta, un fondo di mare sollevato per lo meno di 75 piedi, profondità alla quale si trovano delle con-

chiglie. Queste conchiglie sono state trasportate dal moto delle acque insieme alle sabbie in cui le troviamo: ricadute le une e le altre in forma di sedimenti che si sono depositati orizzontalmente, hanno prodotto i diversi strati di sabbia grigia, bianca, striata di rosso e di bianco, eccetera, il cui spessore totale è di 15 o 18 piedi; tutti gli altri strati superiori fino al primo sono stati ugualmente trasportati dal movimento delle acque del mare, e depositati in forma di sedimento, cosa di cui non possiamo dubitare sia per la posizione orizzontale degli strati, sia per i diversi strati di sabbia mescolata a conchiglie e per quelli di marna che non sono altro che avanzi o piuttosto detriti di conchiglie; anche l'ultimo strato è stato formato quasi per intero con il limo di cui abbiamo parlato, mescolatosi con una parte della marna che era in superficie.

Ho scelto questo esempio che era il meno favorevole alla nostra spiegazione, perché poteva sembrare all'inizio difficile immaginare che il limo dell'aria e quello delle piogge e delle rugiade avesse potuto produrre uno strato di buona terra vegetale spessa 13 piedi; ma dobbiamo anzitutto osservare che è molto difficile trovare, soprattutto in un paese un po' alto, uno *240* spessore di terra coltivabile cosí profondo: di solito le terre hanno uno spessore di tre o quattro piedi e spesso non arrivano neanche ad uno. Nelle pianure circondate da colline, questo spessore di terra buona è maggiore, perché le piogge staccano la terra delle colline e la trascinano nelle vallate; ma, senza supporre qui niente di tutto ciò, noto che gli ultimi strati formati dal mare sono letti di marna molto profondi; è naturale immaginare che questa marna all'inizio avesse uno spessore ancora maggiore e che, dei 13 piedi che formano lo spessore dello strato superiore, molti fossero di marna quando il mare ha abbandonato queste terre e lasciato il terreno scoperto. Questa marna esposta all'aria si sarà sciolta con le piogge e l'azione dell'aria ed il calore del sole vi avrà prodotto delle screpolature, delle piccole fenditure e sarà stata alterata da tutte queste cause esterne al punto da diventare una materia divisa e ridotta in

polvere alla superficie, proprio come vediamo cadere in polvere la marna che estraiamo dalle cave dopo averla lasciata esposta all'azione dell'aria. Il mare non avrà lasciato questo terreno cosí rapidamente da non averlo ancora ricoperto qualche volta, sia per l'alternarsi del movimento delle maree, sia per l'eccezionale sollevarsi delle acque nei periodi di cattivo tempo ed avrà mescolato melma, fango ed altre materie limacciose a questo strato di marna; quando il terreno sarà stato infine del
241 tutto sollevato sopra le acque, le piante avranno cominciato a crescervi ed allora il limo delle piogge e delle rugiade avrà a poco a poco colorato e penetrato questa terra, e le avrà dato un primo grado di fertilità che gli uomini avranno ben presto aumentato con la coltivazione, lavorando e solcando la superficie, dando cosí anche al limo delle rugiade e delle piogge una maggiore facilità di penetrare piú in profondità, per cui alla fine si sarà formato questo strato di terra vegetale di 13 piedi di spessore.

Non esaminerò qui se il color rossastro delle terre vegetali, che è anche quello del limo della rugiada e delle piogge, non derivi dal ferro che vi è contenuto; questo punto, che ha la sua importanza, sarà discusso nel nostro discorso sui minerali, qui ci basta di avere esposto il nostro modo di concepire la formazione dello strato superficiale della terra; dimostreremo ora, con altri esempi, che la formazione degli strati interni non può essere se non opera delle acque.

La superficie del globo, dice Woodward, questo strato esterno, sul quale gli uomini e gli animali camminano, che serve da magazzino per la formazione dei vegetali e degli animali, è, per la maggior parte, composta di materia vegetale ed animale in continuo movimento ed in continuo cambiamento. Tutti gli animali ed i vegetali, esistiti dopo la creazione del mondo, hanno sempre tratto successivamente da questo strato la materia che ha composto i loro corpi e gli hanno reso alla loro morte questa materia prestata; essa vi rimane, sempre pronta ad esser
242 di nuovo ripresa per formare altri corpi della stessa specie suc-

cessivamente, senza mai interrompere il ritmo; infatti la materia che forma un corpo, è adatta e disposta per natura a formarne un altro della stessa specie.[1] Nei paesi disabitati, nei luoghi in cui non si tagliano i boschi e gli animali non brucano le piante, questo strato di terra vegetale aumenta molto col tempo; in tutti i boschi, anche in quelli che si tagliano, vi è sempre uno strato di terriccio, da sei a otto pollici di spessore, formato solo dalle foglie, dai piccoli rami e dalle scorze che si sono putrefatte. Ho spesso osservato in una grande strada antica, fatta, a quanto si dice, al tempo dei Romani e attraversante la Borgogna per un lungo tratto, che si è venuto a formare sulle pietre con cui essa è costruita uno strato di terra nera dello spessore di piú di un piede, che dà attualmente nutrimento ad alberi di una certa altezza: questo strato è formato esclusivamente da un terriccio nero composto da foglie, scorze e legno marcito. Poiché i vegetali traggono per il loro nutrimento molta piú sostanza dall'aria e dall'acqua che non dalla terra, accade che, marcendo, restituiscono alla terra piú di quanto non le prendano; d'altra parte una foresta influisce sulle acque delle piogge arrestandone i vapori; cosí in un bosco che fosse conservato per lungo tempo senza venir toccato, lo strato di terra che serve alla vegetazione aumenterebbe notevolmente. Gli animali, invece, rendono alla terra meno di quanto le prendano e gli uomini adoperano un'enorme quantità di legno e piante per il fuoco e per altri usi, perciò lo strato di terra vegetale di un paese abitato deve continuamente diminuire fino a diventare come il terreno dell'Arabia Petrea, e come quello di tante altre province dell'Oriente, che è infatti la regione piú anticamente abitata, dove non si trova che sale e sabbia: infatti il sale fisso delle piante e degli animali resta, mentre tutte le altre parti si volatilizzano.

*243*

Dopo aver parlato di questo strato di terra esterna che noi coltiviamo, bisogna esaminare la posizione e la formazione degli

[1] Vedi WOODWARD, *An Essay towards the Natural History of the Earth*, p. 136.

strati interni. La terra, dice Woodward, sembra, in qualsiasi punto venga scavata, composta di strati posti l'uno sull'altro come se si trattasse di tanti sedimenti caduti successivamente in fondo all'acqua; gli strati piú profondi sono di solito i piú spessi, quelli posti sopra divengono gradualmente piú sottili fino alla superficie. Vi si trovano conchiglie di mare, denti e ossa di pesci, e non soltanto negli strati molli formati di creta, di argilla e di marna, ma anche negli strati piú solidi e duri, cioè in quelli di pietra, di marmo eccetera. Queste produzioni marine sono incorporate nella pietra: quando essa viene spezzata e se ne separano le conchiglie, si osserva sempre che la pietra ha ricevuto l'impronta o la forma della superficie con tanta
244
esattezza che ci si accorge di come tutte le parti fossero esattamente contigue e applicate alle conchiglie. "Mi sono accertato che in Francia, in Fiandra, in Olanda, in Ispagna, in Italia, in Germania, in Danimarca, in Norvegia e in Svezia — dice questo autore — la pietra e le altre sostanze della terra sono disposte a strati come in Inghilterra; che questi strati sono divisi da fenditure parallele; che, dentro le pietre e dentro le altre sostanze compatte, si trova una grande quantità di conchiglie e di altre produzioni marine disposte come in quest'isola.[1] Ho saputo che questi strati si trovano anche in Barberia, in Egitto, in Guinea e in altre regioni dell'Africa, in Arabia, in Siria e in Persia, nel Malabar, in Cina e in altre province dell'Asia, in Giamaica, a Barbados, in Virginia, nella Nuova Inghilterra, in Brasile, in Perú e nelle altre parti dell'America." [2]

Questo autore non dice come e da chi egli abbia appreso che gli strati della terra del Perú contenevano conchiglie; tuttavia, poiché le sue osservazioni sono in generale esatte, non pongo in dubbio che egli non sia stato bene informato; questo basta a convincermi che si devono trovare conchiglie anche negli strati di terra del Perú, come se ne trovano dovunque altrove; faccio questa osservazione, perché me ne dà lo spunto un dubbio formulato da poco tempo a tal proposito e di cui verrò subito a parlare.*

[1] In Inghilterra. [2] WOODWARD, *Essay*, pp. 4, 41, 42, ecc.

In uno scavo eseguito ad Amsterdam per costruire un pozzo, si giunse fino a 232 piedi di profondità e si trovarono i seguenti strati di terra: 7 piedi di terra vegetale o terra da giardino, 9 piedi di torba, 9 piedi di argilla molle, 8 piedi di rena, 4 di terra, 10 d'argilla, 4 di terra, 10 di rena sulla quale si usano appoggiare le palafitte che sostengono le case di Amsterdam, poi 2 piedi di argilla, 4 di rena bianca, 5 di terra secca, 1 di terra molle, 14 di rena, 8 di argilla mescolata a rena, 4 di rena mescolata a conchiglie, poi ancora argilla per uno spessore di 102 piedi, e infine 31 piedi di sabbia; arrivati al qual punto si smise di scavare.[1] *245*

È raro scavare cosí profondamente senza trovare acqua, fatto notevole sotto vari aspetti: 1) esso dimostra che l'acqua del mare non comunica con l'interno della terra mediante filtrazione o stillicidio, come volgarmente si crede; 2) ci accorgiamo che si trovano conchiglie a cento piedi di profondità sotto la superficie della terra in un paese estremamente basso, e che di conseguenza il terreno dell'Olanda è stato elevato di 100 piedi dai sedimenti del mare; 3) se ne potrebbe concludere per induzione che questo strato di argilla di 102 piedi, e lo strato di sabbia che si trova sotto, nel quale si è scavato fino a 31 piedi e il cui intero spessore è sconosciuto, non sono forse molto lontani dal primo strato della vera terra antica e originaria quale era al tempo della sua prima formazione, quando il movimento delle acque non aveva ancora cambiato la sua superficie. *246* Noi abbiamo detto nell'articolo 1 che se si volesse trovare la terra antica, bisognerebbe scavare nelle regioni settentrionali invece che all'equatore, nei bassopiani invece che nelle montagne o nelle zone alte. Queste condizioni si trovano piú o meno riunite qui: avremmo dovuto soltanto augurarci che fossero stati continuati questi scavi a una maggiore profondità e che l'autore ci avesse comunicato se vi erano conchiglie o altre produzioni marine in questo strato di argilla di 102 piedi di spessore ed in quello di sabbia che era sotto. Questo esempio conferma ciò che noi abbiamo detto, cioè che piú si scava nell'interno della

[1] VARENIO, *Geographia generalis*, p. 46.

terra, piú si trovano strati spessi, fatto che si spiega molto naturalmente con la nostra teoria.

Non sono soltanto le pianure e le colline della terra ad essere composte di strati paralleli e orizzontali, ma nella stessa maniera sono formate anche le montagne; si può dire che questi strati vi sono anche piú in vista, perché le pianure sono di solito coperte da molta sabbia e da terra portatavi dalle acque, e per trovare gli antichi strati bisogna scavarvi piú profondamente che nelle montagne.*

Ho spesso osservato che, quando una montagna presenta forme regolari ed ha la cima spianata, gli strati o letti di pietra che la compongono sono anch'essi orizzontali; ma se la cima 247 della montagna non è posta orizzontalmente e pende verso oriente o verso un'altra direzione, gli strati di pietra pendono dalla stessa parte. Avevo sentito dire da molte persone che di solito i banchi o letti delle cave pendono leggermente verso levante, ma dopo aver osservato da me tutte le cave e le catene di rocce che si sono presentate ai miei occhi, ho dovuto ammettere che era un'opinione falsa e che gli strati o letti delle cave pendono a levante solo quando la cima della collina pende da questa parte, ma se la cima si abbassa in direzione nord sud o ovest, i letti di pietra pendono verso nord, sud o ovest. Quando si estraggono le pietre o i marmi dalle cave, si ha grande cura di staccarli seguendo la loro naturale disposizione, né si potrebbe averli in grandi massi, se si volesse tagliarli in altro senso; quando poi si adoprano, perché la costruzione sia buona e le pietre resistano a lungo, occorre posarle sul loro "letto di cava", come gli operai chiamano la posizione orizzontale; se nella costruzione le pietre venissero poggiate in un'altra posizione, si spezzerebbero e non resisterebbero a lungo al peso di cui sono caricate; è evidente come ciò confermi che le pietre si sono formate a strati paralleli e orizzontali, che si sono successivamente accumulati gli uni sugli altri e che questi strati hanno composto dei massi, la cui resistenza è maggiore in questa posizione che in qualsiasi altra.

*248* Del resto gli strati, sia orizzontali che inclinati, conservano un egual spessore in tutta la loro estensione, cioè ciascun letto di qualsiasi materia esso sia, preso a sé, ha uno spessore eguale in tutta la sua estensione; per esempio, se in una cava il letto di pietra dura ha tre piedi di spessore in un dato punto, ne ha tre in qualsiasi altro punto, per tutta la sua estensione, e se in un punto ne ha sei, ne ha sei dappertutto. Nelle cave intorno a Parigi il letto di buona pietra non è molto spesso, arrivando sí e no a 18 o 20 pollici di spessore dappertutto; in altre cave, per esempio in Borgogna, la pietra ha uno spessore molto maggiore; la stessa cosa si può dire dei marmi, quelli dal letto piú spesso sono i marmi bianchi e i neri, quelli di colore sono di solito piú sottili ed io conosco letti di una pietra molto dura, di cui i contadini si servono in Borgogna per coprire le loro case, che hanno soltanto un pollice di spessore. Gli spessori dei diversi letti sono dunque differenti, ma ciascun letto conserva lo stesso in tutta la sua estensione; in generale si può dire che lo spessore degli strati orizzontali è talmente vario, da andare, da una linea e meno ancora, fino a 1, 10, 20, 30 e 100 piedi, le cave vecchie e nuove che sono scavate orizzontalmente, i camminamenti delle miniere ed i tagli a piombo, per lungo e per traverso, di varie montagne, provano che vi sono strati molto estesi in ogni direzione.

"È indubbiamente provato — dice lo storico dell'Accademia — *249* che tutte le pietre sono state una pasta molle e poiché vi sono cave quasi dappertutto, la superficie della terra deve essere stata in tutti questi luoghi, per lo meno fino a una certa profondità, fanghiglia e mota; le conchiglie che si trovano in quasi tutte le cave, dimostrano che questa fanghiglia era, in origine, una terra stemperata dall'acqua del mare; di conseguenza il mare ha coperto tutti quei luoghi e non ha potuto coprirli senza coprire anche tutto ciò che era al suo stesso livello o piú basso, come non ha potuto coprire tutti i luoghi in cui vi sono delle cave e tutti quelli che sono a livello o piú bassi, senza coprire tutta la superficie del globo terrestre. Qui non

prendiamo affatto in considerazione le montagne che il mare avrà parimenti coperto, dal momento che vi si trovano sempre cave e spesso conchiglie: se le supponessimo formate cosí, i ragionamenti che noi facciamo si rafforzerebbero.

"Il mare — egli continua — copriva dunque tutta la terra, e da ciò deriva il fatto che tutti i banchi o letti di pietra che si trovano nelle pianure sono orizzontali e paralleli fra loro; i pesci saranno stati i piú antichi abitanti del globo, che non poteva ancora avere né animali terrestri né uccelli. Ma come mai il mare si è ritirato nelle grandi fosse e nei vasti bacini che esso occupa ora? Ciò che, con maggiore naturalezza, si presenta alla mente è che il globo della terra, per lo meno fino ad una certa profondità, non era solido dappertutto, ma intramezzato da qualche grande fossa le cui volte hanno retto per un 250 certo tempo, ma all'improvviso hanno ceduto; le acque saranno allora precipitate in queste fosse, le avranno riempite ed avranno lasciato allo scoperto una parte della superficie terrestre, che sarà diventata una dimora adatta agli animali terrestri e agli uccelli: l'esistenza delle conchiglie nelle cave si accorda molto bene con questa opinione, perché oltre al fatto che possono essersi conservate fino ad ora nelle terre solo le parti ossee dei pesci, si sa che, di solito, le conchiglie si ammassano in gran quantità in certi punti del mare, in cui rimangono immobili e formano delle specie di rocce, cosí che non potrebbero seguire le acque che le avessero improvvisamente abbandonate; è per quest'ultima ragione che si trovano molte piú conchiglie che non lische o impronte di pesci, fatto anche questo che sta a provare un'improvvisa caduta del mare nei suoi bacini. Quando le volte delle caverne, da noi immaginate, hanno ceduto, è molto probabile che altre parti della superficie del globo si siano alzate per la stessa ragione: saranno cosí sorte le montagne che si saranno disposte su tale superficie con le loro cave già tutte formate; ma i letti di queste cave non avranno potuto conservare la direzione orizzontale che avevano prima, a meno che i blocchi delle montagne non si siano alzati precisamente secondo

un asse perpendicolare alla superficie della terra, fatto che non è potuto avvenire se non raramente: cosí, come già abbiamo osservato nel 1708 (pp. 30 sgg.), i letti delle cave di montagna sono sempre inclinati all'orizzonte, pur rimanendo paralleli fra loro, perché non hanno cambiato di posizione rispettivamente, ma soltanto rispetto alla superficie della terra."[1] * 251

Questi strati paralleli, questi letti di pietra o di terra, che sono stati formati dai sedimenti delle acque del mare, si stendono spesso anche a grandi distanze e spesso si trovano, all'interno di colline separate da una vallata, gli stessi letti e le stesse materie allo stesso livello. Questa osservazione che io ho fatto si accorda perfettamente con quella dell'eguaglianza dell'altezza delle colline opposte, di cui parlerò subito; ci si potrà assicurare facilmente della verità di questi fatti, perché in tutte le vallate strette in cui si scoprono delle rocce si vedrà che gli stessi letti di pietra o di marmo si trovano dalle due parti alla stessa altezza. In una zona di campagna, dove soggiorno spesso, ho a lungo esaminato le rocce e le cave e ho trovato una cava di marmo che si estende per piú di 12 leghe di lunghezza e la cui larghezza è assai considerevole, benché non mi sia riuscito accertarla con esattezza. Ho spesso osservato che questo letto di marmo ha lo stesso spessore dappertutto, e nelle colline separate da questa cava da una vallata profonda 100 piedi e larga un quarto di lega, ho trovato lo stesso letto di marmo alla medesima altezza; sono convinto che la stessa cosa avviene in tutte le cave di pietra o di marmo in cui si trovano conchiglie, mentre questa osservazione non vale per le cave di arenaria. Daremo in seguito le ragioni di questa differenza e diremo perché l'arenaria non è disposta, come le altre materie, a letti orizzontali e perché la si trova a blocchi irregolari per forma e per posizione. 252

Si è ugualmente notato che i letti di terra sono gli stessi ai due lati degli stretti del mare, e questa importante osservazione può guidarci a riconoscere le terre e le isole che sono state sepa-

[1] Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1716, pp. 14 sgg.

rate dal continente; essa prova, per esempio, che l'Inghilterra è stata separata dalla Francia, la Spagna dall'Africa, la Sicilia dall'Italia.* Dovremmo augurarci che osservazioni in tal senso venissero effettuate in tutti gli stretti; sono persuaso che otterrebbero esito positivo quasi dappertutto, e per cominciare dallo stretto piú lungo che conosciamo, quello di Magellano, non sappiamo se gli stessi letti di pietra si trovino alla stessa altezza nelle due coste, ma vediamo, esaminando certe carte particolari di questo stretto, che le due alte coste che lo limitano formano pressappoco, come le montagne della terra, angoli corrispondenti e che gli angoli sporgenti si oppongono a quelli rientranti nelle sinuosità dello stretto, fatto che prova come la Terra del Fuoco debba essere considerata una parte del continente dell'America; la stessa cosa si riscontra per lo Stretto di Frobisher, dove l'isola di Frisland sembra essere stata separata dal continente della Groenlandia.

Le isole Maldive sono separate le une dalle altre soltanto da piccoli tratti di mare, da ciascuna parte dei quali si trovano 253 banchi di rocce composte della stessa materia; tutte queste isole che, prese insieme, si estendono per circa 200 leghe di lunghezza, non formavano in altri tempi che un'unica terra, mentre ora sono divise in tredici province chiamate "atolli". Ciascun atollo è costituito da un gran numero di piccole isole la maggior parte delle quali sono ora sommerse ora allo scoperto, ma ciò che è notevole, è il fatto che ciascuno di questi tredici atolli è circondato da una catena di rocce di pietra della stessa natura, dove non si trovano piú di tre o quattro aperture pericolose attraverso le quali si può entrare in ognuno di essi; essi sono tutti situati di seguito, un estremo contro l'altro e risulta evidente come queste isole fossero in altri tempi una lunga montagna circondata da rocce.[1]

Vari autori, come Verstegan, Twine, Sommer, e soprattutto Campbell nella sua descrizione dell'Inghilterra nel capitolo sulla provincia di Kent, portano argomenti molto validi, per

[1] Vedi i Viaggi di Pyrard, vol. I (Parigi 1719) p. 107, ecc.

dimostrare che l'Inghilterra era in altri tempi unita alla Francia e che ne fu separata da un colpo di mare che, apertosi il varco, lasciò allo scoperto una grande estensione di terre basse e paludose lungo tutte le coste meridionali dell'Inghilterra. Il dottor Wallis fa valere, quale prova di questo fatto, la somiglianza dell'antico linguaggio dei Galli e dei Brettoni, ed aggiunge varie osservazioni che noi riferiremo negli articoli seguenti.

Se si osserva, viaggiando, la forma dei terreni, la posizione delle montagne e la sinuosità dei fiumi, ci si accorgerà che, 254 di solito, le colline opposte sono non soltanto composte delle stesse materie, e disposte allo stesso livello, ma che hanno anche pressappoco la stessa altezza: ho osservato questa eguaglianza di altezza nei luoghi in cui ho viaggiato, e l'ho sempre trovata pressoché identica dalle due parti, soprattutto nelle vallate strette la cui larghezza non supera, al massimo, un quarto o un terzo di lega; nelle grandi vallate molto piú vaste, è invece piuttosto difficile calcolare esattamente l'altezza delle colline e le loro eguaglianze, perché si è soggetti ad errori di ottica e di giudizio; guardando una pianura o un altro terreno a livello che si estenda molto lontano, sembra infatti che esso si vada alzando, e al contrario vedendo da lontano le colline, sembra che si abbassino: non è qui il luogo di dare la ragione matematica di questa differenza. D'altra parte, è molto difficile giudicare con un semplice colpo d'occhio dove si trovi il centro di una grande vallata, a meno che non vi sia un fiume; invece nelle vallate strette il rapporto che possono stabilire gli occhi, è meno equivoco ed il giudizio piú sicuro. Quella parte della Borgogna, che è compresa fra Auxerre, Digione, Autun e Bar-sur-Seine, ed è chiamata, per tutta una vasta zona, il "Baliaggio della montagna", è uno dei posti piú elevati della Francia; da un versante della maggior parte di queste montagne, che sono di secondaria importanza tanto da poter essere considerate solo come colline di una certa altezza, le acque scorrono verso l'Oceano, e dall'altro verso il Mediterraneo; vi sono inoltre spartiacque, per esempio a Sombernon, a Poully nell'Auxois eccetera, da cui le acque possono 255

scorrere indifferentemente verso l'Oceano o verso il Mediterraneo; questo alto paese è diviso da varie piccole vallate, abbastanza strette e quasi tutte bagnate da grossi ruscelli o da piccoli fiumi. Io ho osservato infinite volte la corrispondenza degli angoli di queste colline e l'eguaglianza della loro altezza e posso assicurare di aver trovato dappertutto gli angoli sporgenti opposti a quelli rientranti, e le altezze pressappoco eguali dalle due parti. Piú si avanza in questa regione elevata in cui si trovano gli spartiacque di cui abbiamo parlato, piú le montagne aumentano la loro altezza, pur mantenendosi essa pressappoco eguale dalle due parti delle vallate, perché le colline si alzano e si abbassano egualmente: mettendomi all'estremità delle vallate, nel centro della loro larghezza, ho sempre visto che il bacino della vallata era circondato e sovrastato da colline la cui altezza era uguale: ho fatto la stessa osservazione in altre province della Francia. È questa eguaglianza di altezza nelle colline che forma le pianure in montagna, pianure, per cosí dire, di regioni sollevate al di sopra di altre regioni; esse terminano per la maggior parte con punte e picchi irregolari e ho visto, attraversando piú volte le Alpi e gli Appennini, che gli angoli sono effettivamente corrispondenti, ma che è quasi impossibile giudicare con un colpo d'occhio se le montagne opposte abbiano un'altezza eguale o differente, perché la loro cima si perde nelle nebbie e nelle nubi.

256 I diversi strati di cui la terra è composta, non sono disposti secondo l'ordine della loro pesantezza specifica, e spesso si trovano strati di materie pesanti poggiati su strati di materie piú leggere;* per assicurarsene basta esaminare la natura delle terre sulle quali poggiano le rocce e si vedrà che, di solito, poggiano su argille o su sabbie specificamente meno pesanti della materia delle rocce. Nelle colline e nelle altre piccole alture si riconosce facilmente la base sulla quale poggiano le rocce, ma non è la stessa cosa per le grandi montagne, dove non soltanto la cima è di roccia, ma queste rocce poggiano su altre rocce, montagne si ergono su montagne e rocce su rocce ad altezze cosí notevoli e per cosí grandi estensioni, che non si può ac-

certare se vi sia della terra sotto e di che natura possa essere; si vedono rocce tagliate a picco, alte varie centinaia di piedi, che poggiano su altre forse non meno alte: non si può allora estendere al grande una conclusione che vale per il piccolo? Poiché le rocce delle piccole montagne di cui si vede la base poggiano su terreni meno pesanti e meno solidi della pietra, non si può credere che la base delle montagne alte sia anch'essa di terra? Del resto tutto ciò che io devo qui dimostrare è che, per il movimento delle acque, le materie piú pesanti si sono accumulate in modo del tutto naturale sopra materie piú leggere, e che, se ciò si riscontra effettivamente nella maggior parte delle colline, è probabile che sia avvenuto cosí come ho [257] spiegato nel testo; ma quand'anche si volessero rifiutare le mie ragioni, obiettandomi che non posseggo un solido fondamento per supporre che prima della formazione delle montagne le materie piú pesanti fossero sotto le meno pesanti, risponderò che a questo proposito io non pretendo fare affermazioni generali, perché questo fenomeno ha potuto prodursi in varie maniere, qualsiasi fosse la posizione delle materie pesanti, sopra o sotto, o situate indifferentemente come le vediamo oggi. Infatti per riuscire a capire come il mare, dopo aver formato una montagna di argilla, l'abbia poi coronata con delle rocce, basta pensare che i sedimenti possono venire successivamente da diversi luoghi, e che possono essere di diverse materie: cosí in un punto del mare in cui le acque avranno prima deposti vari sedimenti di argilla, può benissimo avvenire che ad un tratto invece di argilla le acque portino sedimenti pietrosi, sia perché hanno staccato dal fondo o dalle coste tutta l'argilla e poi hanno attaccato le rocce, sia perché i primi sedimenti venivano da un punto ed i secondi da un altro. Del resto ciò si accorda perfettamente con le osservazioni mediante le quali ci siamo accorti che i letti di terra, di pietra, di ghiaia, di sabbia eccetera, non seguono nessuna regola nella loro sistemazione, o per lo meno si trovano posti indifferentemente e come per caso gli uni sopra gli altri.

258 Tuttavia anche questo caso deve avere delle regole, che si possono conoscere solo giudicando il peso delle probabilità e la verosimiglianza delle congetture. Abbiamo visto che, sviluppando la nostra ipotesi sulla formazione del globo, quest'ultimo dovrebbe essere fatto, all'interno, di una materia vetrificata, simile alle nostre sabbie vetrificabili, che sono semplici frammenti di vetro di cui le argille sono forse le scorie o le parti decomposte; partendo da questa ipotesi, la terra dovrebbe essere composta al centro e fin quasi alla circonferenza esterna, di vetro o di una materia vetrificata che ne occupa quasi tutto l'interno, e sopra questa materia si devono trovare le argille, le sabbie e le altre scorie di questa materia vetrificata; considerando la terra nel suo primo stato, essa doveva essere dunque, all'inizio, un nucleo di vetro o di materia vetrificata, massiccia come il vetro o divisa come la sabbia, dipendendo ciò dal grado di attività del fuoco che essa ha provato; sopra questa materia vi erano le sabbie ed infine le argille; il limo delle acque e dell'aria ha prodotto l'involucro esteriore che è piú o meno spesso a seconda dello stato del terreno, piú o meno colorato a seconda delle diverse mescolanze del limo, delle sabbie, e delle parti animali o vegetali distrutte, e piú o meno fecondo a seconda dell'abbondanza o della penuria di queste stesse parti.* Per dimostrare che questa ipotesi, sulla formazione delle sabbie e delle argille, non è cosí gratuita come si potrebbe immaginare, abbiamo creduto di dover aggiungere, a ciò che abbiamo or ora detto, qualche osservazione particolare.

259 Io immagino dunque che la terra nel suo primo stato fosse un globo, o piuttosto uno sferoide di materia vetrificata, di vetro anzi, se si vuole, molto compatto, coperto di una crosta leggera e friabile, formata dalle scorie della materia in fusione, da una vera pietra pomice: il movimento e l'agitazione delle acque e dell'aria spezzarono ben presto e ridussero in polvere questa crosta di vetro spugnosa, questa pietra pomice che era alla superficie; di là vennero le sabbie che, unendosi, produssero in seguito le arenarie e la roccia viva, o, ed è la stessa cosa, le selci

a grande massa che devono, come quelle a piccola massa, la loro durezza, il loro colore o la loro trasparenza e la varietà delle loro caratteristiche, ai diversi gradi di purezza e alla finezza della grana delle sabbie che sono entrate nella loro composizione.

Queste sabbie infatti, formate da particelle tenute insieme dall'azione del fuoco, si assimilano e diventano un corpo duro densissimo, tanto piú trasparente quanto piú la sabbia è omogenea; esposte invece per lungo tempo all'aria si decompongono, perché le piccole lamine di cui sono formate, si staccano e si sfogliano, cominciano a diventare terra, ed è cosí che si sono potute formare le crete e le argille. Questa polvere che può essere di un giallo brillante, o simile a quelle pagliette d'argento di cui ci si serve per asciugare la scrittura, non è che sabbia purissima, in qualche modo putrefatta, ridotta ai suoi elementi, e che tende a una completa decomposizione; col tempo queste pagliette si saranno assottigliate e divise al punto che non avranno avuto piú sufficiente spessore, né superficie per riflettere la luce ed avranno acquistato tutte le proprietà delle argille: si guardi in pieno giorno un pezzo di argilla, vi si scorgerà una grande quantità di queste pagliette talcose che non hanno ancora completamente perduto la loro forma. La sabbia può dunque col tempo produrre l'argilla e questa, dividendosi, acquista le stesse proprietà del vero limo, materia vetrificabile come l'argilla e dello stesso genere.

*260*

Questa teoria è conforme a quanto avviene ogni giorno sotto i nostri occhi: si lavi della sabbia appena estratta dalla sua miniera, l'acqua si caricherà di una assai grande quantità di terra nera, duttile, grassa, di vera argilla. Nelle città in cui le strade sono lastricate di arenaria il fango è sempre nero e molto grasso e, una volta disseccato, forma una terra della stessa natura dell'argilla. Si stemperi e si lavi anche dell'argilla raccolta in un terreno in cui non vi siano né arenarie né selci, cadrà sempre in fondo all'acqua una quantità assai abbondante di sabbia vetrificabile.

Ma la prova piú sicura che la sabbia ed anche la selce ed il vetro sono contenuti nell'argilla, e vi sono solamente nascosti, è il fatto che il fuoco, riunendo le parti di quest'ultima, forse divise dall'azione dell'aria e degli altri elementi, le restituisce la sua forma primitiva. Si metta dell'argilla in un forno a riverbero scaldato al grado di calcinazione, essa si coprirà all'esterno di uno smalto durissimo; se, all'interno, non si sarà ancora vetrificata, avrà tuttavia acquistato una grandissima durezza, resisterà alla lima e al bulino, sfavillerà sotto il martello, avrà infine tutte le proprietà della selce; un maggior grado di calore la farà colare e la trasformerà in vero vetro.*

261

L'argilla e la sabbia sono dunque materie perfettamente analoghe e dello stesso genere: se l'argilla, quando si condensa, può diventare selce e vetro, perché la sabbia dividendosi non potrebbe diventare argilla? Il vetro sembra essere la vera terra originaria, mentre tutti i composti non sarebbero altro che sue trasformazioni; i metalli, i minerali, i sali eccetera non sono che terra vetrificabile; la pietra ordinaria, le altre materie che le somigliano e le conchiglie dei testacei, dei crostacei eccetera sono le sole sostanze che nessun agente conosciuto è riuscito fino ad ora a vetrificare e le sole che sembrano formare una classe a parte. Il fuoco, riunendo le parti divise delle prime, ne fa una materia omogenea, dura e trasparente fino a un certo grado, senza diminuirne il peso e senza poter riuscire poi a produrvi nessuna alterazione; quelle, invece, in cui entra una maggiore quantità di princípi attivi e volatili, e che si calcinano, perdono, messe al fuoco, piú di un terzo del loro peso e riprendono semplicemente la forma di terra, senza nessun'altra alterazione se non la separazione dei loro elementi: fatta eccezione per queste materie, che non sono poi in gran numero, e le cui combinazioni non producono in natura grandi varietà, tutte le altre sostanze, e particolarmente l'argilla, possono essere trasformate in vetro e non sono quindi, in sostanza, che un vetro decomposto. Se il fuoco fa mutare rapidamente la forma di queste sostanze, vetrificandole, il vetro stesso, sia che abbia la

262

sua natura di vetro, oppure quella di sabbia o selce, si cambia del tutto naturalmente in argilla, ma attraverso una trasformazione lenta e insensibile.

Nei terreni in cui la selce comune è la pietra dominante, le campagne sono, di solito, coperte di fiori; ma se il luogo è incolto e le selci sono state lasciate per molto tempo all'aria senza essere state rimosse, la loro superficie superiore è sempre bianchissima, mentre il lato opposto che tocca direttamente la terra è scurissimo e conserva il suo colore naturale: se si spezzano alcune di queste selci, ci si accorgerà che la bianchezza non è soltanto esterna, ma penetra all'interno piú o meno profondamente, e vi forma una specie di striscia che in alcune selci ha pochissimo spessore, ma in altre lo occupa quasi interamente; questa parte bianca è un po' granulosa, completamente opaca, tenera come la pietra, e si attacca alla lingua come i boli, mentre il resto della selce è liscio, levigato, senza filamenti né granulosità ed ha conservato il suo colore naturale, la sua trasparenza e la sua stessa durezza; se si mette in un forno questa selce divisa a metà, la sua parte bianca diventerà di un colore rosso tegola e la sua parte scura di un bellissimo bianco. Ma non si dica, insieme ad uno dei nostri piú celebri naturalisti, che queste pietre sono selci imperfette di diverse età che non hanno ancora acquistato la loro perfezione:* per quale ragione sarebbero tutte imperfette? Perché lo sarebbero tutte dalla stessa parte, e proprio dal lato che è esposto all'aria? Mi sembra che sia facile convincersi che sono invece selci alterate, decomposte, che tendono a riprendere la forma e le proprietà dell'argilla e dell'impasto da cui sono state formate. Se si crede che, cosí ragionando, si imbastiscano delle pure congetture, si esponga all'aria aperta la selce piú selce (come dice questo famoso naturalista), la piú dura e la piú nera, e in meno di un anno cambierà colore in superficie; e se si ha la pazienza di seguire questa esperienza, la si vedrà perdere, insensibilmente e a gradi, la durezza, la trasparenza e le altre specifiche particolarità che possiede, e avvicinarsi ogni giorno di piú alla natura dell'argilla.

263

Ciò che avviene nella selce, avviene nella sabbia: ciascun granello di sabbia può essere considerato una piccola selce, e ciascuna selce un ammassamento di granelli di sabbia estremamente fini e perfettamente ingranati. L'esempio del primo grado di decomposizione della sabbia si trova in quella polvere brillante ma opaca (la mica) di cui noi abbiamo parlato e di cui l'argilla e l'ardesia sono sempre cosparse; le selci completamente trasparenti (i quarzi) producono, decomponendosi, talchi grassi e morbidi al tatto, pastosi e duttili come l'argilla, e ugualmente vetrificabili, simili a quelli di Venezia e della Moscovia; il talco mi sembra essere un termine medio tra il vetro, la selce trasparente e l'argilla, mentre la selce grossolana e impura, decomponendosi, si trasforma in argilla senza passaggi intermedi.

*264*

Il nostro vetro artificiale è sensibile alla stessa alterazione, esso si decompone all'aria e imputridisce se lo si pone in mezzo alla terra; prima la sua superficie *si irida*, si scaglia, si sfoglia, e maneggiandolo ci si accorge che se ne staccano delle pagliuzze brillanti; ma quando la sua decomposizione è piú avanzata, esso si spezza fra le dita e si riduce in polvere di talco bianchissima e finissima; l'arte ha imitato la natura anche per la decomposizione del vetro e della selce. "Est etiam certa methodus solius aquae communis ope silices et arenam in liquorem viscosum, eumdemque in sal viride convertendi, et hoc in oleum rubicundum, etc. Solius ignis et aquae ope speciali experimento durissimos quosque lapides in mucorem resolvo, qui distillatus subtilem spiritum exhibet et oleum nullis laudibus praedicabile." [1]

Noi ci occuperemo di queste materie ancora piú a fondo nel nostro discorso sui minerali, ma poiché i diversi strati che coprono il globo terrestre sono ancora attualmente o di materie che possiamo considerare vetrificate o di materie analoghe al vetro, avendone tutte le proprietà piú essenziali ed essendo tutte vetrificabili, e poiché è evidente come, dalla decomposizione della selce e del vetro, che avviene ogni giorno sotto i nostri

[1] Vedi BECHER, *Physica subterranea*.

occhi, risulti una vera terra argillosa, ci accontenteremo di aggiungere solo che non è dunque una congettura infondata o gratuita supporre, come io ho fatto, che le crete, le argille e le sabbie siano state formate dalle scorie e dalle schiume vetrificate del globo terrestre, soprattutto quando vi si aggiungono le prove *a priori*, da noi date per far vedere che esso si è trovato in uno stato di liquefazione causato dal fuoco.

265

# ARTICOLO 8

## Sulle conchiglie e le altre produzioni del mare trovate all'interno della terra*

Ho spesso esaminato da cima a fondo cave i cui banchi erano pieni di conchiglie; ho visto colline intere che ne sono composte, catene di rocce che ne contengono una grande quantità in tutta la loro estensione. Il volume di queste produzioni del mare è strabiliante, e il numero di queste spoglie di animali marini è cosí straordinario, che è quasi impossibile immaginare che ve ne siano ancora nel mare. Considerando questa massa innumerevole di conchiglie e di altre produzioni marine, non si può dubitare che la nostra terra non sia stata per 266 un lunghissimo periodo un fondo di mare popolato da altrettante conchiglie quante ne ha oggi l'oceano; la quantità ne è immensa, e spontaneamente non si arriverebbe ad immaginare che vi fosse nel mare una massa cosí grande di questi animali; solo da quella delle conchiglie fossili e pietrificate che si trovano sulla terra possiamo formarcene un'idea. In effetti non bisogna credere, come immaginano tutte le persone che vogliono ragionare su questo argomento senza aver visto niente, che si trovino queste conchiglie solo per caso, disperse qua e là o tutt'al piú a piccoli mucchi, come conchiglie di ostrica get-

tate via dalla porta: è a montagne che si trovano, a banchi di 100 o 200 leghe di lunghezza, a colline e a regioni intere, tanto da doverle misurare con la tesa, spesso per uno spessore di 50 o 60 piedi, e solo dopo aver visto tutto ciò si può parlare.

Non possiamo dare un esempio che colpisca piú nel segno, di quello delle conchiglie di Turenna. Ecco che cosa ne dice lo storico dell'Accademia:[1] "In tutti i secoli assai poco illuminati, e tanto sprovvisti del genio dell'osservazione e della ricerca da credere che quelle che oggi si chiamano pietre figurate e le conchiglie stesse trovate nella terra, fossero giuochi della natura* o piccoli accidenti particolari, il caso deve aver posto in luce un'infinità di queste forme curiose che gli stessi filosofi, se filosofi erano, non consideravano se non con una ignorante meraviglia o una superficiale attenzione, e tutto ciò veniva lasciato perdere senza nessun frutto per il progresso delle conoscenze. Un vasaio che non conosceva né greco né latino, fu il primo[2] che, verso la fine del sedicesimo secolo, osò dire a Parigi, di fronte a tutti i dottori, che le conchiglie fossili erano vere conchiglie depositate in altri tempi dal mare nei luoghi in cui esse si trovavano, che gli animali, e soprattutto i pesci, avevano dato alle pietre figurate tutte le loro differenti forme eccetera. Egli sfidò arditamente tutta la scuola di Aristotele ad attaccare le sue prove; si tratta di Bernardo Palissy, grande fisico come la sola natura può formarne, nativo della regione di Saintonge: tuttavia il suo sistema ha dormito quasi cento anni e lo stesso nome dell'autore è pressoché morto. Infine le idee del Palissy si sono risvegliate nello spirito di molti dotti, hanno avuto la fortuna che meritavano, ci si è serviti di tutte le conchiglie e di tutte le pietre figurate che la terra ha fornito; * forse oggi sono soltanto diventate troppo comuni e

267

[1] Anno 1720, pp. 5 sgg.

[2] Non posso tralasciare di osservare che l'opinione del Palissy era stata quella degli antichi: "Conchulas, arenas, buccinas, calculos varie infectos frequenti solo, quibusdam etiam in montibus reperiri, certum signum maris alluvione eos coopertos locos volunt Herodotus, Plato, Strabo, Seneca, Tertullianus, Plutarchus, Ovidius, et alii." Vedi DAUSQUI, *Terra et aqua*, p. 7.

le conseguenze che se ne traggono, minacciano d'essere ben presto troppo incontestabili.

"Malgrado ciò, può ancora essere considerato eccezionale il soggetto delle presenti osservazioni del Réaumur: una massa

*268* di 130 680 000 tese cubiche, nascosta sotto terra, formata solo da un ammasso di conchiglie o di frammenti di conchiglie, senza nessuna mescolanza con materie estranee, né pietra, né terra, né sabbia; mai, fino ad ora, le conchiglie sono apparse in cosí enorme quantità e mai, benché in quantità minore, esse sono apparse cosí prive di mescolanze. Questo straordinario ammasso si trova nella Turenna, a piú di trentasei leghe dal mare: lo si sa, perché i contadini di questo cantone si servono di tali conchiglie, che estraggono dalla terra, come concime per fertilizzare le loro campagne che altrimenti sarebbero assolutamente sterili. Lasciamo spiegare al Réaumur come sia loro riuscito usare questo mezzo assai particolare e in apparenza strano; noi ci fermeremo a considerare la singolarità di questo grande ammasso di conchiglie.

"Dalla terra si estraggono, di solito a non piú di 8 o 9 piedi di profondità, particelle di conchiglie riconoscibili subito per esserne dei frammenti: infatti hanno le scanalature molto marcate, hanno solo perso la loro lucentezza e il loro colore, come quasi tutte le conchiglie che si trovano in mezzo alla terra, dove per lungo tempo sono rimaste sotterrate. I piú piccoli frammenti, ridotti ormai in polvere, sono ancora riconoscibili per essere frammenti di conchiglie, perché sono tutti della stessa materia; talvolta poi si trovano conchiglie intere, e di queste, come dei frammenti piú grossi, si riconoscono le specie: qual-

*269* cuna è conosciuta sulle coste del Poitou, altre appartengono a coste lontane fra loro. Vi sono anche frammenti di piante marine pietrificate, quali le madrepore, i funghi di mare eccetera: tutta questa materia si chiama, in quella zona, *falun*.

"Il cantone che fornisce *falun* in qualsiasi punto lo si scavi, ha una superficie di ben 9 leghe quadrate. Non si scava mai la miniera di *falun*, o *falunière*, oltre i 20 piedi, ed il Réaumur ce

ne spiega le ragioni, dovute solo al fatto che cosí si lavora piú comodamente e si risparmiano le spese: le *falunières* possono perciò avere una profondità assai maggiore di quella che loro conosciamo, per di piú abbiamo ottenuto il calcolo di 130 680 000 tese cubiche sulla base di soli 18 piedi di profondità e non di 20 e abbiamo considerato la lega di 2200 tese; a tutto è stato dunque dato un valore molto basso e forse l'ammasso di conchiglie è molto piú grande di quanto abbiamo calcolato: se fosse doppio, di quanto non aumenterebbe la nostra meraviglia!

"Nei fenomeni fisici piccole circostanze, che la maggior parte delle persone non si preoccuperebbe di notare, ci portano talvolta a stabilire delle conseguenze e ci forniscono i lumi necessari alla comprensione. Il Réaumur ha osservato che tutti i frammenti di conchiglie sono ammucchiati su una base piatta e orizzontale; ne ha concluso che questa infinità di frammenti si è formata solo perché, nel mucchio costituito all'inizio di conchiglie intere, quelle poste sopra avranno, col loro peso, spezzato quelle che stavano sotto, per cui vi saranno stati dei crolli che avranno dato ai frammenti un'infinità di diverse posizioni. Solo il mare può aver portato in quel luogo tutte le conchiglie, sia intere sia già spezzate e poiché le doveva portare fluttuanti, esse rimanevano poggiate su una base piatta e orizzontale; dopo essere state depositate tutte nel punto di incontro comune, il lungo passar del tempo ne avrà spezzato e quasi calcinato la maggior parte senza cambiare la loro posizione. *270*

"Ciò sembra sufficiente a dimostrare che sono state trasportate solo successivamente: difatti come avrebbe convogliato il mare tutta insieme una cosí grande quantità di conchiglie, per di piú tutte in posizione orizzontale? Esse si sono poi riunite tutte in uno stesso luogo, che è diventato perciò il fondo di un golfo o una specie di bacino.

"Tutte queste riflessioni provano che, quantunque debbano essere rimaste ed effettivamente siano rimaste molte tracce sulla terra del diluvio universale di cui si parla nella Sacra Scrittura, non è stato indubbiamente questo diluvio a produrre l'ammasso

di conchiglie della Turenna, cosí grande che forse uguale non si trova nemmeno in fondo al mare; il diluvio del resto non avrebbe potuto strapparle e se l'avesse fatto, ciò sarebbe avvenuto con una tale violenza ed impetuosità da non permettere a tutte queste conchiglie di avere la stessa posizione; esse devono essere state trasportate e depositate dolcemente, lentamente e, di conseguenza, in un periodo di tempo molto piú lungo di un anno.

"Bisogna dunque che, o prima o dopo il diluvio universale, 271 la terra sia stata, per lo meno in qualche luogo, disposta in modo assai diverso da come è oggi, che i mari e i continenti vi abbiano avuto un'altra sistemazione e che infine vi sia stato un grande golfo al centro della Turenna. I cambiamenti di cui abbiamo avuto notizie dal tempo in cui iniziarono le storie o le favole che hanno un certo sapore storico, sono in verità poco importanti, ma ci dànno modo di immaginare facilmente ciò che tempi ancor piú lunghi potrebbero portare. Il Réaumur immagina come il golfo di Turenna comunicasse con l'oceano e quale fosse la corrente che vi trasportava le conchiglie, ma non è che una semplice congettura data al posto di un fatto vero sconosciuto, che sarà, comunque, sempre qualcosa di simile. Per parlare con sicurezza di questa materia, bisognerebbe avere delle speciali carte geografiche che indicassero tutte le miniere di conchiglie nascoste sotto terra: quante osservazioni sarebbero necessarie e quanto tempo per averle! Chi sa, tuttavia, che le scienze non arrivino un giorno a ciò, per lo meno in parte?" *

Questa grande quantità di conchiglie ci meraviglierà di meno, se presteremo attenzione ad alcune circostanze che è bene non omettere. La prima è che le conchiglie si moltiplicano prodigiosamente e che crescono in pochissimo tempo; l'abbondanza di individui in ciascuna specie prova la loro fecondità; se ne ha un esempio nelle ostriche: talvolta in un solo giorno si stacca una massa di queste conchiglie per varie tese di spes- 272 sore, in breve tempo si diminuisce la mole delle rocce da cui esse vengono staccate, e sembra che non ne restino piú negli

altri luoghi in cui vengono pescate; invece l'anno seguente se ne ritrovano altrettante quante l'anno precedente e non ci si accorge che la loro quantità sia diminuita: non ho mai saputo che si siano esauriti i luoghi in cui esse si producono naturalmente. In secondo luogo bisogna fare attenzione al fatto che le conchiglie sono di una sostanza analoga alle pietre, che si conservano per lunghissimo tempo nelle materie molli, che si pietrificano facilmente nelle materie dure e che le produzioni marine e le conchiglie che noi troviamo sulla terra, poiché sono le spoglie di vari secoli, hanno dovuto formare un volume molto considerevole.

Una straordinaria quantità di conchiglie ben conservate si trova perciò nei marmi, nelle pietre da calce, nelle crete, nelle marne eccetera; si trovano, come ho or ora detto, a colline e a montagne; esse formano all'incirca piú della metà del volume delle materie in cui sono contenute; per la maggior parte risultano ben conservate, altre sono in frammenti, ma abbastanza grossi per riconoscere a colpo d'occhio la specie di conchiglie cui appartengono: qui si fermano le nostre osservazioni e le conoscenze che la nostra ricerca può darci. Ma io vado oltre e sostengo che le conchiglie sono il mezzo usato dalla natura per formare la maggior parte delle pietre; sostengo che le crete, le marne, e le pietre da calce non sono composte che di polvere e detriti di conchiglie, che, di conseguenza, la quantità di conchiglie distrutte è ancora infinitamente piú notevole di quella delle conchiglie conservate: si potranno vedere le prove che io ne dò nel Discorso sui minerali.* Mi contenterò di indicare qui il punto di vista dal quale bisogna considerare gli strati di cui il globo è composto. Il primo strato esterno è composto dal limo dell'aria, da sedimenti di piogge, di rugiade e dalle parti animali e vegetali, ridotte in particelle, nelle quali l'organizzazione antica non è sensibile; gli strati interni di creta, di marna, di pietra da calce, di marmo, sono composti da detriti di conchiglie o da altre produzioni marine, mescolate a frammenti di conchiglie e a conchiglie intere, mentre le sabbie vetri-

273

ficabili e l'argilla sono le materie di cui è composto l'interno della terra; sono state vetrificate nel periodo in cui il globo ha preso la sua forma, fatto che ci induce a presupporre in fusione tutta la materia. Il granito, la roccia viva, le selci e le arenarie a grande massa, le ardesie, il carbon fossile devono la loro origine alla sabbia e all'argilla ed anche essi sono disposti a strati; i tufi, le arenarie e le selci che non sono grandi masse, i cristalli, i metalli, le piriti, la maggior parte dei minerali, gli zolfi eccetera sono materie la cui formazione è nuova a paragone dei marmi e delle pietre calcinabili, delle crete, delle marne

274 e di tutte le altre materie che sono disposte a strati orizzontali e che contengono conchiglie ed altri resti delle produzioni marine.

Poiché le denominazioni di cui io mi sono servito potranno parere oscure ed equivoche, credo sia necessario spiegarle. Intendo con la parola argilla non soltanto le argille bianche e gialle, ma anche le argille blu, molli, dure, sfogliate eccetera, che considero come scorie di vetro o come vetro decomposto. Con la parola sabbia intendo sempre la sabbia vetrificabile, e sotto questa denominazione comprendo non soltanto la sabbia fine che produce l'arenaria, e che io considero polvere di vetro, o piuttosto di pietra pomice, ma anche la sabbia che proviene dall'arenaria consumata per lo sfregamento e la sabbia grossa come ghiaia minuta, che proviene dal granito e dalla roccia viva, che è ruvida, angolosa, rossastra e che si trova assai comunemente nel letto dei ruscelli e dei fiumi che traggono direttamente le loro acque dalle alte montagne o dalle colline composte di roccia viva o di granito. Il fiume Armançon che passa per Semur nell'Auxois, dove tutte le pietre sono di roccia viva, trascina una grande quantità di questa sabbia, che è grossa e molto ruvida, della stessa natura della roccia viva della quale infatti costituisce il residuo, come la ghiaia calcinabile è il residuo della pietra da taglio o della pietra da costruzione. Del resto la roccia viva ed il granito sono una sola e medesima sostanza, ma ho creduto di dover usare le due deno-

minazioni perché vi sono molte persone che le considerano due materie diverse: la stessa cosa si può dire delle selci e delle arenarie a grande massa, che io considero una specie di roccia viva o di granito, e chiamo selci a grande massa, sia perché sono disposte a strati come la pietra calcinabile, sia per distinguerle dalle selci e dalle arenarie da me chiamate a piccola massa, che sono le selci rotonde e le arenarie che si trovano *à la chasse*, come dicono gli operai, cioè le arenarie i cui banchi non hanno una continuità e non formano cave di una certa estensione; queste arenarie e queste selci appartengono ad una formazione piú recente e non hanno la stessa origine delle arenarie e delle selci a grande massa che sono disposte a strati. Intendo con la denominazione di ardesia, non soltanto l'ardesia blu comunemente conosciuta, ma le ardesie bianche, grige e rossastre e tutti gli scisti, materie che si trovano di solito sotto le argille sfogliate e sembrano non essere in effetti che argilla, i cui differenti piccoli strati hanno preso corpo disseccandosi, cosa che ha prodotto le vene che vi si trovano. Il carbon fossile, la lignite e l'ambra nera sono materie che appartengono egualmente all'argilla e che si trovano sotto l'argilla sfogliata o sotto l'ardesia. Con la parola tufo intendo non soltanto il tufo ordinario che sembra bucato e, per cosí dire, organizzato, ma anche tutti gli strati di pietra che si sono formati per il deposito delle acque correnti, tutte le stalattiti, tutte le incrostazioni, tutte le specie di pietre fondenti; non c'è dunque alcun dubbio che queste materie non siano nuove e che non aumentino tutti i giorni. Il tufo non è che un ammasso di materie lapidifiche, nelle quali non si scorge nessuno strato distinto; questa materia è di solito disposta in piccoli cilindri scavati, irregolarmente aggruppati e formati dalle acque cadute goccia a goccia ai piedi delle montagne o sul pendio di colline, contenenti letti di marna o di pietra tenera e calcinabile; la massa totale di questi cilindri, che costituiscono uno dei particolari caratteri di questa specie di tufo, è sempre o obliqua o verticale, secondo la direzione dei fili di acqua che li formano; questo tipo di cave parassite non

ha alcuna continuità, la loro estensione è molto limitata a paragone delle cave comuni ed è proporzionale all'altezza delle montagne che forniscono la materia per farle crescere. Poiché il tufo riceve ogni giorno nuovi succhi lapidifici, queste piccole colonne cilindriche, che lasciano fra di loro molto spazio, si confondono alla fine, e col tempo tutto diviene compatto, ma questa materia non acquista mai la durezza della pietra: deve trattarsi della *marga tofacea fistulosa* di Agricola. Si trova di solito in questo tufo un certo numero di impronte di foglie di alberi e di piante della specie di quelle che il terreno circostante produce, vi si trovano anche, molto spesso, conchiglie terrestri conservate benissimo, ma mai conchiglie di mare. Il tufo è dunque certamente una materia recente, che deve essere messa nella classe delle stalattiti, delle pietre fondenti, delle incrostazioni, eccetera: tutte queste materie recenti sono specie di pietre parassite, che si formano a spese delle altre, ma che non giungono mai alla vera pietrificazione.

277

Il cristallo, tutte le pietre preziose, tutte quelle che hanno una forma irregolare, anche le selci a piccole masse che sono formate da strati concentrici, sia che si trovino nelle fessure perpendicolari delle rocce, sia che si trovino altrove, non sono che essudazioni delle selci a grande massa, dei succhi concreti di queste materie, delle pietre parassite nuove, delle vere stalattiti di selce o di roccia viva.

Non si trovano mai conchiglie nella roccia viva o nel granito, né nell'arenaria, o per lo meno io non ne ho mai viste, benché se ne trovino, ed anche assai spesso, nella sabbia vetrificabile dalla quale queste materie traggono la loro origine, per cui sembra provato che la sabbia possa unirsi per formare arenaria o roccia viva solo quando è pura, mentre se è mescolata a sostanze di altro genere, quali le conchiglie, questa mescolanza di parti che le sono eterogenee ne impedisce la riunione. Ho osservato, nell'intenzione di accertarmene, quei piccoli gomitoli che si formano spesso negli strati di sabbia mescolata a conchiglie, e non vi ho mai trovato conchiglie; questi gomitoli sono di

vera arenaria, concrezioni che si formano nella sabbia nei punti in cui essa non è mescolata a sostanze eterogenee, che si oppongono alla formazione di banchi o di altre masse piú grandi di questi gomitoli.*

278 Abbiamo detto che si sono trovate ad Amsterdam, paese dal terreno molto basso, conchiglie di mare a 100 piedi di profondità sotto terra e a Marly-la-Ville, che dista 6 leghe da Parigi, a 75 piedi: se ne trovano anche in fondo alle miniere e nei banchi di rocce sotto alture di pietra di 50, 100, 200, fino a 1000 piedi di spessore, come è facile notare nelle Alpi e nei Pirenei; non c'è che da esaminare da vicino le rocce tagliate a fil di piombo, e si vede che nei letti piú bassi vi sono conchiglie ed altre produzioni marine. Ma, per andare in ordine, se ne trovano sulle montagne di Spagna, sui Pirenei, sulle montagne di Francia, su quelle d'Inghilterra, in tutte le cave di marmo in Fiandra, nelle montagne della Gheldria, in tutte le colline intorno a Parigi, in tutte quelle della Borgogna e della Champagne, in una parola in tutti i luoghi in cui il fondo del terreno non è di tufo o di arenaria. Nella maggior parte dei luoghi di cui abbiamo parlato vi sono in quasi tutte le pietre piú conchiglie che altre materie: intendo qui per conchiglie, non soltanto le spoglie delle conchiglie, ma quelle dei crostacei, quali i gusci e le punte di echino, e anche tutte le produzioni che costituiscono il gruppo degli insetti di mare, quali le madrepore, i coralli, gli astroidi eccetera. Posso assicurare, e ciascuno se ne convincerà con i propri occhi quando le vedrà, che nella maggior parte delle pietre calcinabili e dei marmi vi è una cosí grande quantità di queste produzioni marine, che esse sembrano sorpassare in volume la materia che le riunisce.

279 Ma continuiamo. Si trovano queste produzioni marine nelle Alpi, anche sopra le piú alte montagne, per esempio sopra il Moncenisio; se ne trovano nelle montagne di Genova, negli Appennini, e nella maggior parte delle cave di pietre o di marmo in Italia. Se ne vedono nelle pietre con cui sono costruiti i piú antichi edifici romani; ve ne sono nelle montagne del Tirolo,

nell'Italia centrale, sulla cima del monte Paterno presso Bologna, negli stessi luoghi che producono quella pietra lucente chiamata pietra di Bologna, nelle colline della Puglia, in quelle della Calabria, in vari luoghi della Germania e dell'Ungheria e generalmente in tutti i luoghi elevati dell'Europa.[1]

In Asia e in Africa i viaggiatori le hanno notate in vari posti: per esempio, sulle montagne di Castravan, sopra Barut, vi è un letto di pietra bianca, sottile come ardesia, ciascuna sfoglia della quale contiene un gran numero e una grande varietà di pesci, per la maggior parte molto piatti e compressi, come è la felce fossile, ma cosí ben conservati che vi si notano perfettamente, fino ai minimi particolari, pinne, scaglie e tutte le parti che distinguono ciascuna specie di pesci. Si trovano anche molti ricci di mare e conchiglie pietrificate fra Suez ed il Cairo e su tutte le colline e le alture della Barberia; la mag-

280 gior parte sono esattamente simili alle specie che si prendono ora nel Mar Rosso.[2] Nella nostra Europa si trovano pesci pietrificati in Svizzera, in Germania, nelle cave di Oningen, eccetera.

La lunga catena di montagne, dice Bourguet, che si snoda da occidente ad oriente, dal fondo del Portogallo fino alle parti piú orientali della Cina, le montagne che si stendono collateralmente verso nord e mezzogiorno, le montagne dell'Africa e dell'America che conosciamo, le vallate e le pianure dell'Europa racchiudono tutte strati di terra e di pietre che sono piene di conchiglie: si può dunque concludere la stessa cosa per le altre parti del mondo che ci sono sconosciute.

Le isole dell'Europa, quelle dell'America e dell'Asia, in cui gli Europei hanno avuto occasione di scavare sia nelle montagne, sia nelle pianure, dànno anch'esse delle conchiglie, fatto che sta a dimostrare come abbiano ciò in comune con i continenti che sono loro vicini.[3]

[1] Vedi sull'argomento Stenone, Ray, Woodward, ecc.
[2] Vedi i Viaggi di SHAW, vol. 2, pp. 70 e 84.
[3] Vedi *Lettres philosophiques sur la formation des sels*, p. 205.

Ecco prove a sufficienza per dimostrare che si trovano effettivamente conchiglie di mare, pesci pietrificati ed altre produzioni marine in quasi tutti i luoghi in cui si è voluto cercarle e che esse vi sono in straordinaria quantità. "È vero — dice un autore inglese, Tancred Robinson — che vi sono state un certo numero di conchiglie di mare disseminate qua e là sulla terra dagli eserciti, dagli abitanti delle città e dei villaggi, e che La Loubère riferisce, nel suo Viaggio in Siam, che le *281* scimmie, al Capo di Buona Speranza, si divertono continuamente a trasportare conchiglie dalla riva del mare sopra le montagne, ma non è cosí che si può risolvere la questione, perché queste conchiglie sono disseminate in tutte le zone della terra, fino nell'interno delle piú alte montagne in cui sono posate a strati, come lo sono sul fondo del mare."

Leggendo una lettera venuta dall'Italia sui cambiamenti sopraggiunti al globo terrestre, lettera pubblicata a Parigi quest'anno (1746), mi aspettavo di trovarvi questo fatto riferito dal La Loubère; esso si accorda perfettamente con le idee dell'autore: i pesci pietrificati sono, a suo parere, pesci rari, gettati dalla mensa dei Romani, perché non erano freschi; per quanto riguarda le conchiglie, sono stati, egli dice, i pellegrini di Siria a portare al tempo delle Crociate quelle dei mari del Levante in Francia, in Italia e negli altri Stati della Cristianità dove ora si ritrovano pietrificate; perché non ha aggiunto che sono state le scimmie a trasportare le conchiglie sulla cima delle alte montagne e in tutti i luoghi in cui gli uomini non possono abitare? Non avrebbe guastato nulla, anzi avrebbe reso la sua spiegazione ancora piú verosimile. Come è possibile che persone illuminate, che si vantano anche di conoscere la filosofia, abbiano ancora idee cosí false a tal proposito?* Non ci contenteremo dunque di aver detto che si trovano conchiglie pietrificate in quasi tutti i luoghi della terra in cui si è scavato, e di aver riferito le testimonianze degli autori di storia naturale: poiché si *282* potrebbe sospettarli capaci di scorgere conchiglie dove non ve ne sono, in funzione di qualche sistema, crediamo di dover

ancora citare viaggiatori che ne hanno viste a caso e i cui occhi, meno esercitati, hanno potuto riconoscere solo le conchiglie intere e ben conservate; la loro testimonianza avrà, forse, una maggiore autorità presso le persone che non sono in grado di assicurarsi da sé della verità dei fatti, e presso coloro i quali non conoscono né le conchiglie né le pietrificazioni e che non potendo farne il paragone, potrebbero dubitare che le pietrificazioni siano effettivamente vere conchiglie e che queste conchiglie si trovino accumulate a milioni in tutte le regioni della terra.

Tutti possono vedere con i propri occhi i banchi di conchiglie che sono nelle colline dei dintorni di Parigi, soprattutto nelle cave di pietra, come alla Chaussée presso Sèvres, a Issy, a Passy e altrove. Si trova a Villers-Cotterêts una grande quantità di pietre lenticolari, le rocce ne sono completamente formate, mescolandovisi esse, senza nessun ordine, in una specie di mortaio pietroso che le tiene tutte unite insieme. A Chaumont si trova una tale quantità di conchiglie pietrificate che tutte le colline, piuttosto elevate, non sembrano essere composte di altro: la stessa cosa avviene a Courtagnon presso Reims, dove il banco di conchiglie ha quasi quattro leghe di larghezza su varie di lunghezza. Cito questi luoghi perché sono famosi e la presenza delle conchiglie balza agli occhi di tutti.

283 Per i paesi stranieri ecco ciò che i viaggiatori hanno osservato: "In Siria, in Fenicia, la pietra viva che serve di base alle rocce nelle vicinanze di Latikea, è sovrastata da una specie di creta molle: è forse da essa che la città ha preso il nome di Promontorio Bianco. La Nakura, chiamata anticamente *Scala Tyriorum* o Scala dei Tiri, è, all'incirca, della stessa natura, e scavandovi vi si trovano ancora coralli e conchiglie di ogni tipo.[1]

"Sul monte Sinai invece non si trovano che poche conchiglie fossili e simili testimonianze del diluvio, a meno che non si voglia considerare tale il tamarindo fossile delle montagne vicine al

[1] Vedi i Viaggi di Shaw.

Sinai: ma forse la materia prima che costituisce i loro marmi aveva una virtú corrosiva e poco adatta a conservarle; a Corondel invece, dove la roccia si avvicina molto alla natura delle nostre pietre a taglio, trovai varie conchiglie di mollusco e qualche petonchio, ed anche un riccio di mare molto strano della specie di quelli chiamati *spatagi*, ma piú rotondo e piú compatto. Le rovine del piccolo villaggio d'Ain el-Musa, e vari canali che servivano a condurvi l'acqua, formicolano di conchiglie fossili; le vecchie mura di Suez e ciò che ci resta ancora del suo antico porto, sono state costruite con gli stessi materiali, materiali che sembrano essere stati tutti tratti fuori da uno stesso luogo. Fra Suez ed il Cairo, cosí come su tutte le montagne, le alture e le colline della Libia che non sono coperte di sabbia, si trova una grande quantità di ricci di mare, di conchiglie bivalvi e di conchiglie che terminano a punta, la maggior parte delle quali è esattamente simile alle specie che ancora oggi si pescano nel Mar Rosso.[1] Le sabbie mobili che sono nelle vicinanze di Ras Sem, nel regno di Barca, coprono molte palme, ricci di mare e altre pietrificazioni che si trovano comunemente. *284*

"Ras Sem significa testa di pesce, ed è uno dei cosiddetti villaggi pietrificati dove si dice che si trovino uomini, donne, bambini in diversi atteggiamenti e posizioni, che, con i loro vestiti, i loro alimenti e i loro mobili sono stati trasformati in pietra. Ma a parte questo genere di testimonianze sul diluvio, di cui qui si tratta, testimonianze che non sono particolari a questo luogo, tutto ciò che se ne è raccontato si riduce a pura favola, da quello che ho saputo non soltanto da Le Maire, che, nel periodo in cui era console a Tripoli, vi mandò diverse persone per prenderne visione, ma anche da persone serie e d'ingegno che si sono recate da loro in quei luoghi.

"Davanti alle piramidi si rinvengono certi pezzi di pietra tagliati dallo scalpello degli operai, e misti ad essi si vedono dei ritagli che hanno la figura e la grossezza di lenticchie; alcuni somigliano anche a granelli d'orzo pelati a metà: si pretende

[1] Ibid., vol. 2, p. 84.

che siano i resti pietrificati di ciò che gli operai mangiavano, cosa che non mi sembra verosimile..."[1] Queste lenticchie e questi granelli di orzo sono pietrificazioni di conchiglie conosciute da tutti i naturalisti sotto il nome di pietra lenticolare.

285

"Si trovano diversi tipi di queste conchiglie, di cui abbiamo parlato, nei dintorni di Maastricht, soprattutto verso il villaggio di Zichen o Tichen, e sulla piccola montagna detta degli Unni."[2]

"Nei dintorni di Siena, presso Certaldo, non ho tralasciato di cercare, secondo quanto mi avevate detto, le numerose montagne di sabbia piene di conchiglie diverse. Monte Mario, a un miglio da Roma, ne è tutto pieno; le ho notate nelle Alpi, le ho viste in Francia e altrove. Oleario, Stenone, Cambden, Speed e molti altri autori, sia antichi che moderni, ci riferiscono lo stesso fenomeno."[3]

"L'isola di Cerigo era anticamente chiamata *Porphyris* per la grande quantità di porfido che se ne traeva."[4] Ora si sa che il porfido è formato di punte di ricci riunite da una base pietrosa e durissima.

"Di fronte al villaggio di Inchené e sulla riva orientale del Nilo trovai piante pietrificate che crescono naturalmente in uno spazio di terra lungo circa due leghe ma assai ristretto: si tratta di una delle piú singolari produzioni della natura; queste piante somigliano molto al corallo bianco che si trova nel Mar Rosso."[5]

286

"Si trovano sul monte Libano pietrificazioni di varie specie e, fra le altre, certe pietre piatte in cui si scoprono scheletri di pesci ben conservati ed interi, ed anche castagne del Mar Rosso con piccoli cespugli di coralli appartenenti allo stesso mare."[6]

"Sul monte Carmelo trovammo grandi quantità di pietre che, si narra, hanno la forma di olive, di meloni, di pesche

[1] Ibid. [2] Vedi il Viaggio di MISSON, vol. 3, p. 109.
[3] Ibid., vol. 2, p. 312. [4] Viaggio di THEVENOT, vol. 1, p. 25.
[5] Viaggio di PAUL LUCAS, vol. 2, pp. 380 sg. [6] Ibid., vol. 3, p. 326.

e di altri frutti che si vendono di solito ai pellegrini, non solo come semplici curiosità, ma anche come rimedi contro diversi mali. Le olive, cioè i *lapides judaici*, che si trovano nelle botteghe degli speziali, sono sempre state considerate un rimedio per il male della pietra e per i calcoli."[1] Questi *lapides judaici* non sono altro che punte di riccio.

"Il medico La Roche mi dette alcune di queste olive pietrificate dette *lapis judaicus*, che crescono abbondantemente in queste montagne, dove si trovano, a quanto mi è stato detto, altre pietre che raffigurano perfettamente, all'interno, figure di uomini e di donne."[2] Si allude qui all'*hysterolithes*.

"Andando da Smirne a Tabris, quando fummo a Tokat, il caldo era cosí forte che lasciammo la strada piú battuta dal lato nord, per piegare dalla parte delle montagne, dove c'è sempre ombra e fresco. In molti punti trovammo neve e bellissime acetose in gran numero: sulla cima di qualcuna di queste montagne si trovano conchiglie come sulla riva del mare, fatto che è abbastanza straordinario."

287

Ecco che cosa dice Oleario sulle conchiglie pietrificate da lui notate in Persia e, vicino al villaggio di Pyrmaraus, nelle rocce delle montagne in cui sono scavati i sepolcri.

"Fummo in tre a salire sulla cima della roccia, attraverso precipizi spaventosi, aiutandoci reciprocamente; vi trovammo quattro grandi camere e all'interno varie nicchie tagliate nella roccia che servivano da letti, ma ciò che piú ci sorprese, fu di trovare nella volta di queste caverne, sulla cima della montagna, conchiglie di molluschi, in qualche punto in cosí grande quantità da sembrare che tutta la roccia non fosse formata che da sabbia e da conchiglie. Tornando dalla Persia vedemmo, lungo il Mar Caspio, parecchie di queste montagne di conchiglie."

A quanto è stato detto, potrei aggiungere molte altre citazioni che tralascio, per non annoiare quelli che non hanno bisogno di prove sovrabbondanti e che si sono accertati, come

[1] Viaggi di Shaw, vol. 2, p. 70.
[2] Viaggio di Monconys, pt. 1, p. 334.

me, coi loro occhi, dell'esistenza di queste conchiglie in tutti i luoghi in cui si è voluto cercarle.

In Francia si trovano non soltanto le conchiglie caratteristiche *288* delle nostre coste, ma anche conchiglie che non si sono mai viste nei nostri mari. Alcuni naturalisti sostengono che la quantità di queste conchiglie esotiche pietrificate è molto maggiore di quella delle conchiglie del nostro paese,* ma io credo questa opinione infondata; infatti, indipendentemente dalle conchiglie appartenenti al fondo del mare e da quelle che sono difficili a pescarsi e che, di conseguenza, si considerano sconosciute o esotiche, benché possano essere nate nei nostri mari, vedo all'incirca che, paragonando le pietrificazioni con quelle analoghe viventi, ve ne sono piú delle nostre coste che non di altre: per esempio tutti i pettini, la maggior parte dei petonchi, i molluschi, le ostriche, le ghiande di mare, la maggior parte dei búccini, le orecchie di mare, le patelle, il cuore di bue, i nautili, i ricci a grossi tentacoli e a grosse punte, i ricci delle castagne di di mare, le stelle, le dentali, le tubuliti, gli astroidi, i cervali, i coralli, le madrepore eccetera, che si trovano pietrificati in tanti luoghi, sono certamente produzioni dei nostri mari, e benché si trovino in grande quantità i corni d'ammone, le pietre lenticolari, le pietre giudaiche, le columniti, le vertebre delle grandi stelle, e varie altre pietrificazioni quali le grosse chiocciole, il búccino chiamato *abajour*, gli zoccoli di venere eccetera, di cui non conosciamo nessun individuo vivente della stessa specie, forse straniera ai nostri mari, sono convinto, dalle osservazioni che ho fatto, che il numero di queste specie è piccolo a paragone di quello delle conchiglie pietrificate delle *289* nostre coste: d'altra parte ciò che forma il fondo dei nostri marmi e di quasi tutte le pietre a calce e da costruzione, sono le madrepore, gli astroidi, e tutte le altre produzioni formate da quegli insetti di mare chiamati in altri tempi piante marine; le conchiglie, per quanto abbondanti esse siano, non formano che un piccolo volume a paragone di queste produzioni, tutte originarie dei nostri mari e soprattutto del Mediterraneo.

Il Mar Rosso è, di tutti i mari, quello che produce con maggiore abbondanza i coralli, le madrepore e le altre piante marine, e in esso non vi è forse un punto che ne fornisca una maggiore varietà del porto di Tor: se il mare è calmo, agli occhi di chi osserva si presenta una cosí grande quantità di queste piante, che il fondo del mare rassomiglia ad una foresta. Vi sono madrepore ramificate che raggiungono otto o dieci piedi di altezza: se ne trovano molte nel Mar Mediterraneo, a Marsiglia, vicino alle coste dell'Italia e della Sicilia; se ne trovano anche in abbondanza nella maggior parte dei golfi dell'oceano intorno alle isole, sui banchi in tutte le regioni a clima temperato dove il mare non è troppo profondo.

Il Peyssonel aveva osservato, e fu il primo ad accorgersene, che i coralli e le madrepore devono la loro origine a degli animali, e che non sono piante come si credeva e come la loro forma e la loro crescita pareva indicare. Ma a lungo si è dubitato della verità della sua osservazione; alcuni naturalisti, troppo prevenuti nelle loro opinioni, l'hanno anche rifiutata all'inizio, quasi *290* con sdegno; tuttavia essi sono stati obbligati a riconoscere poco dopo la scoperta del Peyssonel, e tutti hanno finito per ammettere, che queste pretese piante marine non sono altro che alveari o piuttosto celle di piccoli animali che rassomigliano ai pesci delle conchiglie, perché formano come questi una grande quantità di sostanza pietrosa, nella quale essi abitano, come i pesci nelle loro conchiglie; cosí le piante marine che, all'inizio, erano state messe fra i minerali e poi erano state fatte passare nella classe dei vegetali, sono infine rimaste per sempre in quella degli animali.*

Vi sono conchiglie che abitano il fondo dell'alto mare e che non vengono mai gettate sulle rive; alcuni autori le chiamano *pelagiae*, per distinguerle dalle altre dette *littorales*. I corni di Ammone ** e alcune altre specie pietrificate, i cui esemplari attualmente viventi non si sono trovati, forse abitano sempre il fondo dell'alto mare, e sono state riempite dal sedimento pietroso nel luogo stesso in cui si trovavano. Ma può anche darsi che vi siano stati animali, la cui specie è andata distrutta,

e queste conchiglie potrebbero essere del numero: le straordinarie ossa fossili che si trovano in Siberia, in Canadà, in Irlanda e in vari altri luoghi, sembrano confermare questa congettura; infatti finora non si conoscono animali ai quali si possano attribuire queste ossa che, per la maggior parte, sono di una grandezza e di una grossezza smisurata.

*291* Queste conchiglie si trovano nelle cave per tutta la loro profondità, ma si trovano anche in pozzi molto piú profondi; ve ne sono in fondo alle miniere di Ungheria.[1]

Se ne trovano a 200 braccia, cioè a 1000 piedi di profondità, nelle rocce che circondano l'isola di Caldé e nella provincia di Pembroke in Inghilterra.[2]

Non soltanto si trovano conchiglie pietrificate a grandi profondità e sopra le piú alte montagne, ma inoltre alcune non hanno cambiato aspetto, mantenendo ancora la lucentezza, i colori e la leggerezza delle conchiglie del mare; si trovano perfino denti fossili di pesce con altri denti di pesce nelle loro mascelle. Per convincersene completamente, basta guardare e raffrontare fra loro la conchiglia di mare e quella di terra: non c'è nessuno che dopo un esame, anche superficiale, possa, per un istante, dubitare che queste conchiglie fossili e pietrificate non siano le stesse di quelle del mare; vi si notano le piú piccole articolazioni ed anche le perle che l'animale vivente produce, e i denti di pesce sono lisci e consumati all'estremità essendo stati adoperati nel periodo in cui l'animale viveva.

Inoltre quasi dappertutto si trovano conchiglie della stessa specie, alcune delle quali sono piccole, altre grosse, alcune giovani, altre vecchie, alcune imperfette, altre interamente perfette; se ne vedono anche di piccole e di giovani attaccate alle grosse.

*292* Il pesce a conchiglia, chiamato *purpura*, ha una lingua molto lunga la cui estremità è ossuta e appuntita; essa gli serve di aculeo per forare le conchiglie degli altri pesci e nutrirsi della

[1] Vedi Woodward.
[2] Vedi Ray, *Discourses*, p. 178.

loro carne; si trovano comunemente nei terreni conchiglie cosí forate, prova inconfutabile che esse racchiudevano in altri tempi pesci viventi e che questi pesci abitavano in luoghi in cui vi erano conchiglie di porpora che se ne nutrivano.[1]

Gli obelischi di San Pietro, di San Giovanni in Laterano, di piazza Navona a Roma, provengono, a quanto si dice, dalle piramidi di Egitto, che sono di granito rosso, specie di roccia viva o di arenaria molto dura, materia, come ho già detto, che non contiene affatto conchiglie: gli antichi marmi egiziani ed africani e i porfidi presi, stando sempre a quanto si dice, dal tempio di Salomone e dai palazzi dei re d'Egitto, e usati a Roma in vari luoghi, ne sono invece pieni. Il porfido rosso è composto di un numero infinito di punte della specie del riccio che noi chiamiamo castagna di mare; queste punte sono poste assai vicine le une alle altre e formano tutti i piccoli punti bianchi che si vedono sul porfido: ciascuno di questi punti bianchi lascia vedere al suo centro un piccolo segno nero che è la sezione del condotto longitudinale della punta del riccio. In Borgogna, in una località chiamata Ficino, a tre leghe da Digione, c'è una pietra rossa del tutto simile al porfido per la composizione, ne differisce solo per la durezza, non superando quella del marmo, che, pur essendole molto vicina, non raggiunge quella del porfido; è ugualmente composta per intero di punte di riccio ed il suo strato, nelle cave, è molto esteso e molto profondo; con essa si sono fatte in questa provincia bellissime opere, per esempio i gradini del piedistallo della statua equestre di Luigi il Grande, innalzata al centro della Piazza Reale di Digione. Questa pietra non è la sola di questa specie che io conosca: vi è, sempre nella provincia di Borgogna, vicino alla città di Montbard, una grande cava di pietra composta come il porfido, ma la cui durezza è ancora minore di quella del marmo; questo porfido tenero è composto come il porfido duro e contiene anche una maggiore quantità di punte di riccio e una quantità molto minore di materia rossa. Ecco dunque le

293

[1] Vedi Woodward, *Essay*, pp 296 e 300.

stesse punte di riccio nell'antico porfido egiziano e nei nuovi porfidi di Borgogna, che differiscono dagli antichi solo per il grado di durezza e per il numero piú o meno grande delle punte di riccio che contengono.

Quello che i curiosi chiamano porfido verde, io lo credo piuttosto un granito che un porfido: non è composto infatti di punte di riccio come il porfido rosso e la sua sostanza mi sembra simile a quella del granito comune. In Toscana, nelle pietre con cui vennero costruite le antiche mura della città di 294 Volterra, innalzate 2500 anni fa, vi è una grande quantità di conchiglie.[1] La maggior parte dei marmi antichi, i porfidi e le altre pietre dei piú antichi monumenti contengono dunque delle conchiglie, delle punte di riccio, ed altri detriti di produzioni marine, come i marmi che noi estraiamo oggi dalle nostre cave; non si può perciò dubitare, anche indipendentemente dalla testimonianza della Sacra Scrittura, che prima del diluvio la terra non sia stata composta dalle stesse materie che oggi la formano.

Da tutto ciò che abbiamo detto, si può esser certi che si trovano conchiglie pietrificate in tutti i luoghi d'Europa, d'Asia e d'Africa, dove il caso ha condotto degli osservatori; se ne trovano anche in America, in Brasile, nel Tucumán, nella terra di Magellano, e in cosí grande quantità nelle isole delle Antille, che sotto la terra coltivabile il fondo, chiamato dagli abitanti calce, non è altro che un composto di conchiglie, di madrepore, di astroidi e di altre produzioni del mare. Queste osservazioni, assolutamente indubitabili, mi hanno fatto pensare che vi siano conchiglie ed altre produzioni marine pietrificate nella maggior parte del continente americano, e soprattutto nelle montagne, come ci assicura Woodward. Tuttavia La Condamine, che è rimasto per piú anni nel Perú, mi ha assicurato che non ne aveva mai viste nelle Cordigliere, dove le aveva 295 inutilmente cercate, e che credeva non ve ne fossero. Questa eccezione sarebbe strana e le conseguenze che se ne potrebbero

[1] Vedi STENONE, *De solido intra solidum*, p. 63.

trarre lo sarebbero ancora di piú; ma io confesso che, malgrado la testimonianza di questo celebre osservatore, ho ancora dei dubbi a tal riguardo e sono molto portato a credere che vi siano nelle montagne del Perú, come dappertutto altrove, conchiglie ed altre pietrificazioni marine, ma che non si sono presentate ai suoi occhi. Si sa che, nelle testimonianze, due testimoni positivi, cioè che assicurino di aver visto, bastano a dare una prova completa, quando mille o diecimila testimoni negativi, che assicurino soltanto di non aver visto, non possono che far nascere un leggero dubbio; è per questa ragione, e perché la forza dell'analogia mi ci ha costretto, che io continuo a credere che si troveranno conchiglie sulle montagne del Perú, come se ne trovano quasi dappertutto, soprattutto se si cercano sul dorso delle montagne e non sulla cima.

Le montagne piú alte sono di solito composte, sulla cima, di roccia viva, di granito, di arenaria e di altre materie vetrificabili che contengono solo poche o nessuna conchiglia. Tutte queste materie si sono formate negli strati di sabbia del mare che ricoprivano la superficie di queste montagne: quando il mare ha lasciato allo scoperto le cime di queste montagne, le sabbie sono scivolate nelle pianure in cui sono state trascinate dalla caduta delle acque piovane eccetera, cosí che sono rimaste sopra le montagne solo le rocce formatesi all'interno di questi strati di sabbia. A 200, 300, o 400 tese piú in basso dalla cima di queste montagne, si trovano spesso materie del tutto differenti da quelle della cima, cioè pietre, marmi ed altre materie calcinabili, disposte a strati paralleli, tutte contenenti conchiglie ed altre produzioni marine. Non c'è perciò da meravigliarsi che La Condamine non abbia trovato conchiglie su queste montagne, soprattutto se le ha cercate nei luoghi piú elevati e in quelle parti formate da roccia viva, da arenaria o da sabbia vetrificabile; ma, sotto queste rocce e questi strati di sabbia che formano la cima, vi devono essere nelle Cordigliere, come in tutte le altre montagne, strati orizzontali di pietre, di marmi, di terre eccetera, in cui si troveranno conchiglie: infatti in tutti

296

i paesi del mondo, in cui sono state fatte osservazioni, se ne sono sempre trovate in questi strati.

Ma supponiamo, per un istante, che questo fatto sia vero, e che effettivamente non vi sia nessuna produzione marina nelle montagne del Perú; la conclusione che ne trarremo, non sarà affatto contraria alla nostra teoria: può anche darsi, parlando in senso assoluto, che vi siano sul globo zone che non siano mai state sotto le acque del mare, soprattutto zone cosí alte come possono essere quelle delle Cordigliere, ma, in tal caso, vi saranno molte interessanti osservazioni da fare su queste montagne; infatti esse non sarebbero composte da strati paralleli fra di loro, come lo sono tutte le altre, le materie di cui sono for- 297 mate sarebbero molto diverse da quelle che noi conosciamo, non vi sarebbero fenditure perpendicolari, la composizione delle rocce e delle pietre non sarebbe affatto simile a quella delle rocce e delle pietre degli altri paesi: troveremmo cioè in esse l'antica struttura della terra quale era originariamente, prima di essere cambiata ed alterata dal movimento delle acque, vedremmo in queste regioni il primo stato del globo, le antiche materie di cui era formato, la forma, il legame, la sistemazione naturale della terra eccetera; ma sarebbe sperare troppo appoggiandosi a una base troppo debole, e penso che dovremo limitarci a credere che vi troveremo conchiglie, come se ne trovano dappertutto altrove.*

Sulla disposizione di queste conchiglie negli strati di terra o di pietra, ecco che cosa dice Woodward: "Tutte le conchiglie che si trovano in un'infinità di strati di terra e di banchi di roccia, sulle piú alte montagne e nelle cave, nelle miniere piú profonde, nelle selci di corniola, di calcedonio eccetera, e negli ammassi di zolfo, di marcassiti e di altre sostanze minerali e metalliche, sono riempite della stessa materia che forma i banchi o gli strati, o le masse che li racchiudono e mai da qualche materia eterogenea.[1] Il peso specifico delle diverse specie di sabbia varia assai poco, stando generalmente con l'acqua nel

[1] Vedi p. 206 e altrove.

rapporto di $2 \frac{4}{9}$ o $2 \frac{9}{16}$ a 1; le conchiglie di petonchi che pesano pressappoco lo stesso, vi si trovano di solito racchiuse in gran numero, mentre si fatica a trovarvi scaglie di ostriche, il cui peso specifico è di circa $2 \frac{1}{3}$ a 1, ricci di mare, il cui peso è di 2 o $2 \frac{1}{8}$ a 1 o altre specie di conchiglie piú leggere; invece nella creta che è piú leggera della pietra, poiché sta al peso dell'acqua nel rapporto di $2 \frac{1}{10}$ a 1, si trovano soltanto conchiglie di ricci di mare ed altre specie di conchiglie piú leggere."[1]

*298*

Bisogna osservare che quanto ha detto Woodward qui, non deve essere considerato una regola generale, infatti si trovano conchiglie piú pesanti e piú leggere nelle stesse materie, per esempio petonchi, ostriche e ricci nelle stesse pietre e negli stessi terreni, e si può anche vedere, nel gabinetto del re, un petonchio pietrificato in corniola e dei ricci pietrificati in agata; in tal caso la differenza nel peso specifico delle conchiglie non ha influito, come sostiene Woodward, sulla loro disposizione negli strati di terra. La vera ragione per cui le conchiglie di riccio ed altre, altrettanto leggere, si trovano piú abbondantemente nelle crete, è dovuta al fatto che la creta non è altro che un insieme di frammenti di conchiglie e poiché quelle di riccio sono piú leggere, meno spesse, piú friabili delle altre, saranno state facilmente ridotte in polvere e in creta: ecco perché si trovano strati di creta solo nei punti in cui un tempo vi era sotto le acque una grande quantità di queste conchiglie leggere, i cui detriti hanno formato la creta nella quale troviamo le conchiglie, che, dopo aver resistito agli urti ed ai fregamenti, si sono conservate tutte intere o per lo meno in parti abbastanza grandi da permettere a noi di riconoscerle.

*299*

Tratteremo ciò piú a fondo nel nostro discorso sui minerali; contentiamoci soltanto di avvertire, qui, che è necessario fare un'altra modifica alle espressioni di Woodward: egli sembra dire che si trovano conchiglie nelle selci, nelle corniole, nei calcedoni, nelle miniere, negli ammassi di zolfo, cosí spesso e in cosí grande quantità come nelle altre materie, quando in

[1] Vedi pp. 17 sg.

verità sono rarissime in tutte le materie vetrificabili o semplicemente infiammabili, mentre sono in straordinaria abbondanza nelle crete, nelle marne, nei marmi e nelle pietre, per cui non pretendiamo dire qui in senso assoluto che le conchiglie piú leggere si trovano nelle materie leggere e le piú pesanti nelle materie piú pesanti, ma soltanto che, in generale, si verifica piú frequentemente il trovarle cosí che non in altro modo. In verità esse sono tutte ugualmente riempite della stessa sostanza che le circonda, sia quelle che si trovano negli strati orizzontali, sia quelle che si trovano, in minor quantità, nelle materie che occupano le spaccature perpendicolari, perché in effetti gli uni e le altre sono stati ugualmente formati dalle acque, benché in tempi diversi e in diversi modi; infatti gli strati orizzontali di pietra e di marmo eccetera sono stati prodotti dai grandi movimenti delle onde del mare, mentre le selci, le corniole, i calcedoni e tutte le materie che si trovano nelle spaccature perpendicolari, sono dovuti al particolare movimento di una piccola quantità di acqua carica di diversi succhi lapidifici, metallici eccetera; in ambedue i casi le materie erano ridotte in polvere fine e impalpabile, che ha completamente riempito l'interno delle conchiglie tanto da non lasciarvi il minimo vuoto e da modellarsi per quante sono le loro forme, pressappoco come si vede una pasticca prendere la forma sul tripolo.

300

Vi è dunque nelle pietre, nei marmi eccetera una grandissima quantità di conchiglie intere, belle e cosí poco alterate da poter essere, con facilità, paragonate alle conchiglie che si conservano nei gabinetti ed a quelle che si trovano sulla riva del mare; esse hanno precisamente la stessa forma e la stessa grandezza, sono della stessa sostanza ed il loro tessuto è lo stesso; identica è la materia particolare che le compone, disposta e sistemata nella stessa maniera, cosí come la direzione delle loro fibre e delle spirali è la stessa, la composizione delle piccole lame formate dalle fibre è identica nelle une e nelle altre; si vedono nello stesso punto le impronte o punti di attacco dei tendini per mezzo dei quali l'animale era attaccato e congiunto

alla sua conchiglia, vi si vedono gli stessi tubercoli, le stesse striature, le stesse scannellature, tutto vi è simile fuori e dentro, nella sua cavità o sopra la sua convessità, nel suo interno o sulla sua superficie. Queste conchiglie fossili sono soggette agli stessi accidenti ordinari delle conchiglie di mare; per esempio, le piú piccole sono attaccate alle piú grandi, esse hanno condotti vermicolari, vi si trovano perle o altre cose simili che sono state prodotte dall'animale quando abitava la sua conchiglia, il loro peso specifico è esattamente uguale a quello delle conchiglie della stessa specie che si trovano in mare e mediante la chimica vi si scoprono le stesse cose; in una parola somigliano esattamente a quelle del mare.[1] *301*

Come ho già detto, io stesso sono rimasto sbalordito nell'osservare montagne intere, catene di rocce, banchi enormi di cave tutti formati di conchiglie e di altri detriti di produzioni marine, che vi si trovano in cosí grande quantità da arrivare quasi a superare il volume della materia che li unisce.

Ho visto campi lavorati in cui tutte le pietre erano petonchi pietrificati, cosí che, chiudendo gli occhi e raccogliendo a caso, si poteva scommettere di raccoglierne uno, ne ho visti altri completamente coperti di corna d'ammone, altri in cui tutte le pietre erano cuori di bue pietrificati; e piú si esaminerà la terra, piú ci si convincerà che il numero di queste pietrificazioni è infinito e se ne concluderà che è impossibile che tutti gli animali che abitavano queste conchiglie, siano esistiti nello stesso tempo.

Cercando queste conchiglie, ho anche osservato un'altra cosa che potrà essere di qualche utilità, cioè che in tutti i paesi in cui si trovano nei campi e nelle terre coltivate un grandissimo numero di conchiglie pietrificate, di petonchi, di cuori di bue, eccetera, interi, ben conservati e completamente separati, la pietra è *gelisse*.* Queste conchiglie se ne sono separate in cosí gran numero, solo per l'azione del gelo che distrugge la pietra e lascia sussistere piú a lungo la conchiglia pietrificata. *302*

[1] Vedi WOODWARD, *Essay*, p. 13.

Questa immensa quantità di fossili marini che si trova in tanti luoghi, è la dimostrazione che non è stato il diluvio a trasportarveli: infatti in tutti i paesi in cui vi sono marmi e pietre a calce si notano varie migliaia di grosse rocce e di cave, che sono tutte piene di vertebre di stelle di mare, di punte di ricci, di conchiglie e di altri detriti di produzioni marine. Ora se queste conchiglie, che si trovano dappertutto, fossero state trasportate sulla terra ferma da un diluvio o da una inondazione, la maggior parte sarebbe rimasta sulla superficie della terra o per lo meno esse non sarebbero interrate a una cosí grande profondità e non le troveremmo nei marmi piú solidi a sette od ottocento piedi di profondità.

In tutte le cave esse fanno parte internamente della pietra, mentre esteriormente sono talvolta coperte da stalattiti che, come si sa, non sono materie cosí antiche come la pietra che contiene le conchiglie: una seconda prova che non è stato il diluvio a produrre tutto ciò, è il fatto di trovare ossa, corni, speroni, unghie eccetera molto raramente, o addirittura di non trovarne mai, racchiusi nei marmi e nelle altre pietre dure, mentre invece se si dovesse pensare all'azione di un diluvio, in cui tutto fosse andato distrutto, vi si dovrebbero trovare i resti degli animali della terra come di quelli dei mari.[1]

303

Come abbiamo detto, è una supposizione del tutto gratuita sostenere che tutta la terra si sia sciolta nell'acqua al tempo del diluvio; non si può dare alcun fondamento a questa idea, se non supponendo un secondo miracolo che avrebbe dato all'acqua la proprietà di solvente universale, miracolo di cui non è fatta nessuna menzione nella Sacra Scrittura; del resto ciò che stronca questa ipotesi e la rende anche contraddittoria, è il fatto che, quand'anche tutte le materie si fossero sciolte nell'acqua, non sarebbe avvenuto altrettanto per le conchiglie, se noi le troviamo intere e ben conservate in tutti quegli ammassi che si pretende siano stati invece sciolti, evidente dimostrazione che una simile dissoluzione non si è mai verificata e che la sistema-

[1] Vedi RAY, *Discourses*, pp. 178 sgg.

zione degli strati orizzontali e paralleli non è avvenuta in un solo momento, ma attraverso i sedimenti che si sono ammucchiati a poco a poco e che hanno infine prodotto alture considerevoli con il passar del tempo; infatti apparirà evidente a quanti si prenderanno la briga di osservarle, che la sistemazione di tutte le materie componenti il globo, è opera delle acque. Rimane da sapere se questa sistemazione sia avvenuta nello stesso tempo: e noi ora abbiamo dimostrato che nello stesso tempo non può essere avvenuta, poiché le materie non hanno mantenuto l'ordine del loro peso specifico e non si è avuta una loro dissoluzione totale. Questa sistemazione è stata dunque prodotta dalle acque, o piuttosto dai sedimenti che esse hanno deposto con il passar del tempo; ogni altra rivoluzione, ogni altro movimento, ogni altra causa avrebbe prodotto una sistemazione molto diversa; d'altra parte un caso particolare, una rivoluzione o un rovesciamento non avrebbero dato luogo a un simile effetto in tutto il globo, e se la sistemazione delle terre e degli strati fosse stata causata da rivoluzioni accidentali e particolari, si troverebbero le pietre e le terre disposte differentemente nei diversi paesi, mentre si trovano dappertutto disposte a strati paralleli, orizzontali o ugualmente inclinati. *304*

Ecco che cosa ha detto in proposito lo storico dell'Accademia:[1]

"Tracce antichissime e molto numerose di inondazioni che dovettero essere molto estese,[2] la maniera in cui siamo costretti a immaginare che le montagne si siano formate,[3] dimostrano a sufficienza che in altri tempi sono avvenute sulla superficie della terra grandi rivoluzioni. Fin dove si è potuto scavare, si son viste quasi soltanto rovine, frammenti, vasti ruderi sotterrati confusamente che per un lungo passar di secoli si sono incorporati e uniti, per quanto è stato possibile, in una sola massa. Se vi è nel globo una qualsiasi organizzazione regolare, essa si trova ad una maggiore profondità e ci rimarrà perciò *305*

[1] Anno 1718, pp. 3 sgg. [2] Vedi le Mémoires, p. 287.

[3] Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1703, p. 22; anno 1706, p. 9; anno 1708, p. 34; anno 1716, p. 8, ecc.

sempre sconosciuta; e tutte le nostre ricerche dovranno limitarsi a frugare nelle rovine della crosta terrestre, che daranno ancora abbastanza da fare ai filosofi.

"Lo Jussieu ha trovato nelle vicinanze di Saint-Chaumont nel Lionese, una grande quantità di pietre scagliose o sfogliate, in cui quasi tutte le sfoglie portavano sulla superficie l'impronta o di una punta di stelo o di una foglia o di un frammento di foglia di qualche pianta. Le immagini erano sempre perfettamente tese, come se le foglie fossero state incollate sulle pietre con le mani, fatto che dimostra come esse fossero state trasportate dalle acque che le hanno poi conservate in questo stato: si trovavano in diverse posizioni, talvolta due o tre si incrociavano.

"Si immagina facilmente che una foglia deposta dall'acqua su del fango molle e coperta poi da altro fango simile, stampi da una parte l'immagine di una delle sue due superfici e sull'altra l'immagine dell'altra superficie, cosí che questi due strati di fango induriti e pietrificati porteranno ciascuno l'impronta di una faccia diversa. Ma se cosí si credeva, non è risultato cosí di fatto: i due strati hanno l'impronta della stessa faccia della foglia, una in rilievo, l'altra scavata; lo Jussieu ha potuto notare in tutte queste pietre figurate di Saint-Chaumont questo fenomeno piuttosto bizzarro. Ne lasciamo a lui la spiegazione per passare a ciò che questo tipo di osservazioni può avere di piú interessante e di piú generale.

306

"Tutte le piante impresse nelle pietre di Saint-Chaumont, sono piante esotiche. Non soltanto non si trovano nel Lionese, né nel resto della Francia, ma crescono solo nelle Indie Orientali e nelle regioni calde dell'America. Sono per la maggior parte piante capillari, spesso, soprattutto, felci. Il loro tessuto duro e compatto le ha rese piú adatte a rimanere impresse e a conservarsi in quelle forme per tutto il tempo necessario. Alcune foglie di piante delle Indie impresse nelle pietre della Germania destarono la meraviglia del Leibniz.[1] Ma qui lo stupore

[1] Ibid., anno 1706, pp. 9 sgg.

si moltiplica all'infinito: sembra addirittura che vi sia stata una certa affettazione nella natura: in tutte le pietre di Saint-Chaumont non si trova una sola pianta della regione.

"Le conchiglie delle cave e delle montagne ci testimoniano con certezza che questo paese, insieme a molti altri, dovette essere, in tempi passati, coperto dall'acqua del mare; ma come poté arrivarvi il mare d'America o quello delle Indie Orientali?

"Per risolvere le difficoltà presentate da vari fenomeni, possiamo supporre, con una certa verosimiglianza, che il mare abbia coperto tutto il globo terrestre: ma allora non vi erano affatto piante terrestri. Solo piú tardi, quando una parte del globo è rimasta scoperta, si sono avute grandi inondazioni che hanno trasportato piante di un paese in altri molto lontani. 307

"Lo Jussieu crede che, poiché il letto del mare si rialza continuamente a causa delle terre, del fango e delle sabbie che i fiumi vi trascinano incessantemente, alcuni mari, racchiusi prima entro certe dighe naturali, siano riusciti a superarle e si siano sparsi lontano. Contribuiscono a produrre questo stesso effetto anche le dighe che siano state minate dalle acque e vi siano crollate dentro, purché le si supponga di una enorme grandezza. Nei primi tempi della formazione della terra nulla aveva preso ancora una forma regolare e fissa: sono allora potute avvenire rivoluzioni straordinarie ed improvvise di cui non abbiamo piú esempi, poiché tutto ha raggiunto un certo stato di consistenza, non tale tuttavia che i cambiamenti lenti e poco notevoli che avvengono non ci diano modo di immaginarne possibili altri della stessa specie, ma piú grandi ed improvvisi.

"Da qualcuna di queste grandi rivoluzioni il mare delle Indie, sia Orientali che Occidentali, sarà stato spinto fino in Europa, e vi avrà portato piante esotiche fluttuanti sulle sue acque: le avrà strappate strada facendo e le avrà depositate dolcemente nei luoghi in cui l'acqua era in scarsa quantità e poteva evaporare."*

# ARTICOLO 9

## Sulle ineguaglianze della superficie della terra

308 Le ineguaglianze che sono sulla superficie della terra, e che si potrebbero considerare come una imperfezione rispetto alla forma del globo, sono, nello stesso tempo, disposizioni favorevoli e necessarie per conservare la vegetazione e la vita sul globo terrestre. Per assicurarsene, basta prestare un attimo di attenzione ad immaginare che cosa sarebbe la terra se fosse uguale e regolare alla sua superficie: al posto di quelle colline piacevoli da dove scendono acque pure che permettono la vegetazione della terra, in luogo di quelle campagne ricche e fiorenti in cui le piante e gli animali trovano facilmente la loro sussistenza, un cupo mare coprirebbe l'intero globo e di tutti i suoi attributi resterebbe alla terra quello di essere un pianeta oscuro, abbandonato e destinato, tutt'al piú, ad essere abitato dai pesci.

Ma indipendentemente dalla necessità morale, che solo raramente dovrebbe cimentarsi in filosofia,* vi è anche una necessità fisica nell'irregolarità della terra alla sua superficie: in-
309 fatti anche supponendola perfettamente regolare alla sua origine, il movimento delle acque, i fuochi sotterranei, i venti e

le altre cause esterne avrebbero necessariamente prodotto, alla lunga, irregolarità simili a quelle che noi vediamo.

Le maggiori ineguaglianze sono date dalle profondità dell'oceano paragonate all'altezza delle montagne: la profondità marina varia molto anche a grandi distanze dalla terra; si dice che vi siano luoghi in cui essa arriva fino a una lega, fatto piuttosto raro perché le profondità piú comuni vanno da 60 a 150 braccia. I golfi e le zone vicine alla costa sono molto meno profondi e gli stretti sono di solito i punti del mare in cui l'acqua raggiunge la minore profondità.

Per sondare la profondità del mare ci si serve di solito di un pezzo di piombo di trenta o quaranta libbre, che si attacca ad una cordicella: questo sistema è molto adatto per le piccole profondità, ma quando se ne vogliono sondare di grandi, si può cadere in errore e non trovare il fondo là dove invece c'è, perché, dipanata molto la corda, che è specificamente meno pesante dell'acqua, il suo volume e quello della sonda arrivano a pesare quanto un egual volume di acqua o meno; da quel momento la sonda non scende piú e si allontana in linea obliqua mantenendosi sempre alla stessa altezza; perciò per sondare grandi profondità occorrerebbe una catena di ferro o di un'altra materia piú pesante dell'acqua: è molto probabile che, proprio per non aver prestato sufficiente attenzione a questo fatto, i navigatori ci dicano che il mare non ha fondo in un gran numero di punti.* *310*

In generale le profondità in alto mare aumentano o diminuiscono in maniera assai uniforme e di solito piú ci si allontana dalle coste, maggiore è la profondità; ma non mancano eccezioni, cioè punti in mezzo al mare in cui si trovano scogli, come alle Abrolhos nel Mare Atlantico, altri in cui vi sono banchi di vastissima estensione, come quel gran banco chiamato "il limitatore" nel nostro Oceano, come i banchi e i bassifondi nell'Oceano Indiano eccetera.

Anche lungo le coste la profondità è molto ineguale; tuttavia si può dare come regola certa, che la profondità del mare vicino alla costa è sempre proporzionata alla sua altezza, cosí

che, se la costa è molto alta, la profondità sarà molto grande ed al contrario, se la spiaggia è bassa ed il terreno piatto, la profondità è molto esigua, come nei fiumi in cui le rive alte denunciano sempre una grande profondità, mentre i greti e le rive a livello indicano di solito un guado o per lo meno una profondità relativa.

È ancora piú facile misurare l'altezza delle montagne che non sondare la profondità dei mari, sia per mezzo della geometria pratica, sia col barometro; questo strumento può dare l'altezza
*311* di una montagna con molta esattezza, soprattutto nei paesi in cui la sua variazione non è notevole, come in Perú e nelle altre regioni dell'equatore.* Si è misurato con l'uno o l'altro di questi mezzi l'altezza della maggior parte delle elevazioni della superficie terrestre, per esempio si è trovato che le piú alte montagne della Svizzera sono circa 600 tese sopra il livello del mare piú del Canigou, che è una delle piú alte cime dei Pirenei:[1] sono probabilmente le piú alte d'Europa, poiché da esse nasce un grande numero di fiumi che portano le loro acque in diversi mari molto lontani, per esempio il Po che si getta nell'Adriatico, il Reno che si perde nelle sabbie in Olanda, il Rodano che si getta nel Mar Mediterraneo, e il Danubio che va fino al Mar Nero. Questi quattro fiumi, le cui foci sono cosí lontane le une dalle altre, traggono tutti una parte delle loro acque dal San Gottardo e dalle montagne vicine, fatto che ci dimostra come questo sia il punto piú alto d'Europa.

Le piú alte montagne d'Asia sono il Taurus, l'Imaus, il Caucaso e le montagne del Giappone, tutte montagne piú alte di quelle dell'Europa; quelle d'Africa, il Grande Atlante e i Monti della Luna, lo sono per lo meno quanto quelle dell'Asia, ma le piú alte di tutte sono quelle dell'America Meridionale, soprattutto del Perú, che arrivano fino a 3000 tese di altezza sopra il livello del mare.** In generale le montagne comprese fra i tro-
*312* pici sono piú elevate di quelle delle zone temperate e queste piú di quelle delle zone fredde: piú ci si avvicina all'equatore

[1] Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1708, p. 24.

piú le ineguaglianze della superficie terrestre sono grandi e, benché esse lo siano molto in rapporto a noi, si riducono a nulla quando vengono considerate in rapporto al globo terrestre. Tremila tese di differenza su tremila leghe di diametro, equivalgono a una tesa per una lega, o a un piede su duemila duecento piedi, che su un globo di due piedi e mezzo di diametro non raggiunge la sesta parte di una linea; cosí la terra, la cui superficie ci sembra traversata e tagliata dall'enorme altezza delle montagne e dalla spaventosa profondità dei mari, non è tuttavia, relativamente al suo volume, che molto leggermente solcata da ineguaglianze cosí poco sensibili, da non causare nessuna differenza alla sua forma sferica.

Nei continenti le montagne sono continue e formano delle catene, nelle isole sembrano piú interrotte ed isolate. Queste ultime si innalzano, di solito, sopra al mare in forma di cono o di piramide, e vengono chiamati picchi: il Picco di Teneriffa nell'isola di Ferro* è una delle piú alte montagne della terra, ha quasi una lega e mezzo di altezza, perpendicolare al livello del mare; il Picco di San Giorgio in una delle Azzorre, il Picco di Adamo nell'isola di Ceylon, sono anch'essi molto elevati. Tutti questi picchi sono formati di rocce affondate le une sulle altre e vomitano dalla loro cima fuoco, ceneri, bitume, minerali e pietre; vi sono anche isole che non sono che punte di montagne, per esempio l'isola di Sant'Elena, l'isola dell'Ascensione, la maggior parte delle Canarie e delle Azzorre. Si può far notare come la maggior parte delle isole, dei promontori e delle altre terre sporgenti sul mare, abbiano il punto centrale che è il piú elevato e siano di solito tagliate in due da catene di montagne che le dividono nella loro maggior lunghezza, come in Scozia i monti Grampiani, che si estendono da oriente a occidente e dividono l'isola della Gran Bretagna in due parti; la stessa cosa avviene nelle isole di Sumatra, di Luzon, del Borneo, di Celebes, di Cuba e di San Domingo, ed anche nell'Italia che è attraversata, in tutta la sua lunghezza, dall'Appennino, nella penisola di Corea, in quella di Malacca eccetera.

313

Le montagne, come si vede, hanno le piú diverse altezze: le colline sono le piú basse di tutte, poi vengono le montagne di media altezza, che sono seguite da un terzo tipo di montagne ancora piú alte, che, come le precedenti, sono di solito cariche di alberi e di piante, ma che non forniscono neppure loro, come le altre, nessuna sorgente se non in basso; infine, le piú alte fra tutte le montagne, sono quelle sulle quali non si trovano che sabbia, pietre, selci e rocce, le cui punte si innalzano spesso sopra le nubi; proprio ai piedi di queste rocce vi sono piccoli 314 spazi, piccole pianure, avvallamenti, specie di valloni in cui l'acqua della pioggia, la neve e il ghiaccio si fermano e formano stagni, paludi, fonti da cui i fiumi traggono la loro origine.[1]

La forma delle montagne è anch'essa abbastanza differente: alcune formano catene la cui altezza si mantiene assai costante per una lunga estensione di terreno, altre sono tagliate da valloni molto profondi; alcune hanno contorni assai regolari, altre sembrano, al primo colpo d'occhio, irregolari al massimo; talvolta si trova al centro di un vallone o di una pianura un monticello isolato. Come vi sono montagne di diversa specie, vi sono anche due tipi di pianure, quelle delle regioni basse e le altre di montagna: le prime sono, di solito, divise da qualche grosso fiume, le seconde, benché di una certa estensione, sono aride e hanno tutt'al piú qualche piccolo ruscello. Le pianure di montagna sono spesso molto alte e sempre di difficile accesso, esse formano paesi sopra altri paesi, come in Alvernia e in Savoia e in varie altre zone alte; il loro terreno è compatto e produce molte piante ed erbe odorifere, fatto che rende questi altopiani i migliori pascoli del mondo.

La cima delle grandi montagne è composta di rocce piú o meno alte che somigliano, soprattutto viste da lontano, alle 315 onde del mare.[2] Non è questa sola osservazione che basta a dare le prove necessarie per dimostrare che le montagne sono state formate dalle onde del mare come noi abbiamo sostenuto:

[1] Vedi *Lettres philosophiques sur la formation des sels*, p. 198.

[2] Ibid., p. 196.

la riferisco solo perché si accorda con tutte le altre prove. La prova piú evidente che il mare abbia coperto e formato le montagne, è la presenza ovunque delle conchiglie e delle altre produzioni marine in cosí grande quantità da non essere possibile che esse siano state trasportate dal mare quale è ora, in continenti cosí lontani e a profondità tanto notevoli; ne sono prova gli strati orizzontali e paralleli che si trovano dappertutto e che possono essere stati formati cosí solo dalle acque; ne è prova la composizione delle materie anche delle piú dure, quali la pietra e il marmo, composizione dalla quale ci si accorge chiaramente che esse erano ridotte in polvere prima della formazione di queste pietre e di questi marmi e che sono precipitate in forma di sedimento in fondo all'acqua; ne è prova l'esattezza con la quale queste conchiglie sono modellate all'interno di siffatte materie e il loro interno completamente riempito dalle materie nelle quali sono racchiuse; e infine ciò è dimostrato incontestabilmente dagli angoli corrispondenti delle montagne e delle colline, cui solo le correnti del mare avrebbero potuto dare questa forma, dall'eguaglianza delle colline opposte, dagli strati delle differenti materie che si trovano alla stessa altezza, dalla direzione delle montagne, le cui catene si estendono in lunghezza nello stesso senso in cui si allungano le onde del mare.* *316*

Riguardo le profondità della superficie terrestre, le maggiori sono, a parere concorde, quelle del mare, ma poiché non si presentano all'occhio e si possono giudicare solo mediante la sonda, ci ripromettiamo di parlare qui solo di quelle della terra ferma, quali le profonde vallate che si vedono fra le montagne, i precipizi che si trovano fra le rocce, gli abissi che si vedono dall'alto dei monti, come quello del monte Ararat, i baratri delle Alpi, le vallate dei Pirenei. Queste profondità sono una conseguenza naturale dell'elevazione delle montagne; esse ricevono le acque e le terre che scivolano dalle montagne, hanno in genere il terreno molto fertile e sono molto abitate. I precipizi fra le rocce, si formano per l'affondamento di queste stesse rocce, la cui base cede talvolta piú da una parte che dall'altra,

per l'azione dell'aria e del gelo che le fa spaccare e le divide, e per la caduta impetuosa dei torrenti che si aprono delle strade e trascinano tutto ciò che si oppone alla loro violenza; ma quegli abissi, cioè quegli enormi e vasti precipizi che si scorgono dall'alto delle montagne e in fondo ai quali talvolta non è possibile discendere, benché abbiano un'imboccatura il cui perimetro supera la mezza lega o la lega, sono stati formati dal fuoco; questi abissi erano, in altri tempi, i focolai dei vulcani e tutta la materia che ne manca, è stata gettata via dall'azione e dal-
317 l'esplosione di questi fuochi, che poi si sono spenti per mancanza di combustibile. L'abisso del monte Ararat, di cui il Tournefort dà la descrizione nel suo *Voyage du Levant*, è circondato da rocce nere e bruciate come saranno un giorno gli abissi dell'Etna, del Vesuvio e di tutti gli altri vulcani, quando avranno consumato tutta la materia combustibile che racchiudono.

Nella storia naturale della provincia di Stafford in Inghilterra, del Plot, si parla di una specie di baratro che è stato sondato fino alla profondità di 2600 piedi perpendicolari, senza che vi sia stata trovata acqua: non si è riusciti nemmeno ad arrivare a toccarne il fondo, perché la corda non era abbastanza lunga.[1]

Le grandi cavità e le miniere profonde si trovano di solito nell'interno delle montagne; esse non scendono mai molto vicino al livello delle pianure, per cui ci fanno conoscere solo l'interno delle montagne e non quello del globo.

D'altra parte queste profondità non sono molto notevoli: Ray assicura che le miniere piú profonde non arrivano ad un mezzo miglio. La miniera di Cotteberg che, fin dal tempo di Agricola, passava per la piú profonda fra tutte quelle conosciute, arrivava appena a 2500 piedi di profondità perpendicolare. È vero che vi sono dei fori in certi luoghi, come quello di cui abbiamo parlato nella provincia di Stafford, o il Poolshole nella provincia
318 di Derby in Inghilterra, la cui profondità è forse maggiore, ma tutto ciò si riduce a nulla se paragonato allo spessore del globo.

[1] Journal des Savants (1680) p. 12.

Se i re d'Egitto invece di aver fatto piramidi e di aver elevato cosí fastosi monumenti della loro ricchezza e della loro vanità, avessero speso altrettanto per sondare la terra e farvi un grande scavo, per esempio, di una lega di profondità, si sarebbero forse trovate materie che avrebbero risarcito della spesa e della difficoltà, o per lo meno si saprebbe qualcosa sulle materie del tutto sconosciute di cui il globo è composto internamente, il che forse sarebbe molto utile.

Ma torniamo alle montagne: le piú alte sono nei paesi meridionali e piú ci si avvicina all'equatore, piú si trovano ineguaglianze sulla superficie del globo, fatto che si prova facilmente con una breve enumerazione delle montagne e delle isole.

In America la catena delle Cordigliere, le piú alte montagne della terra, si trova proprio sotto l'equatore e si stende dai due lati a una notevole distanza dai due cerchi che racchiudono la zona torrida.

In Africa, le alte Montagne della Luna e del Monomotapa, il Grande ed il Piccolo Atlante, sono sotto l'equatore o non ne sono lontane.

In Asia il Caucaso, la cui catena si estende sotto diversi nomi fino alle montagne della Cina, è per tutta questa estensione, piú vicino all'equatore che ai poli.

In Europa anche i Pirenei, le Alpi e le montagne della Grecia, che appartengono tutte alla stessa catena, sono meno lontane dall'equatore che dai poli. *319*

Queste montagne di cui abbiamo fatto l'enumerazione, sono tutte piú elevate, piú grandi e piú estese in lunghezza ed in larghezza delle montagne dei paesi settentrionali.

Se si osserva la direzione di queste montagne, si vedrà che le Alpi, prese in tutta la loro estensione, formano una catena che attraversa l'intero continente dalla Spagna fino alla Cina: cominciano in riva al mare in Galizia, arrivano ai Pirenei, attraversano la Francia, passando per il Vivarese e l'Alvernia, separano l'Italia, si estendono in Germania e al di sopra della Dalmazia arrivando fino in Macedonia e di là si congiungono

con le montagne dell'Armenia, il Caucaso, il Taurus, l'Imaus, e si prolungano fino al Mare di Tartaria: anche il Monte Atlante attraversa l'intero continente dell'Africa da occidente ad oriente, dal regno di Fez fino allo stretto del Mar Rosso; anche i Monti della Luna hanno la stessa direzione.

In America, invece, la direzione è opposta e le catene delle Cordigliere e delle altre montagne si estendono da nord a sud piú che da oriente ad occidente.

Ciò che abbiamo detto qui, sulle maggiori altezze del globo, si può dire sulle maggiori profondità del mare. I mari piú vasti e profondi sono piú vicini all'equatore che ai poli: risulta da *320* questa osservazione che le maggiori ineguaglianze del globo si trovano nelle regioni meridionali. Queste irregolarità della superficie terrestre, sono causa di un'infinità di fenomeni comuni e straordinari; per esempio, fra l'Indo e il Gange vi è un largo passaggio diviso al suo centro da una catena di alte montagne chiamate i Gati, estendentesi da nord a sud, dalla estremità del Caucaso al picco di Comorin; da una parte vi è Malabar e dall'altra Coromandel. Dalla parte di Malabar, fra questa catena di montagne ed il mare, l'estate va dal mese di settembre fino ad aprile e durante questo periodo il cielo è sereno e non piove mai; dall'altra parte delle montagne, dal lato di Coromandel, in questo stesso periodo di tempo si ha l'inverno e vi piove tutti i giorni abbondantemente; il periodo estivo va da aprile a settembre, mesi in cui dalla parte di Malabar è inverno: cosí in varie zone lontane non piú di 20 leghe di cammino, si può, oltrepassando una montagna, cambiare stagione. Dicono che la stessa cosa si verifichi al Capo Ras Algat in Arabia e anche alla Giamaica, che è divisa al suo centro da una catena di monti la cui direzione va da est a ovest: le piantagioni poste a mezzogiorno di queste montagne provano il calore dell'estate, quando quelle che sono al nord patiscono i rigori dell'inverno. Il Perú, che è situato sotto l'equatore e che si estende per circa 1000 leghe al sud, è diviso in tre *321* parti lunghe e strette che gli abitanti chiamano Lanos, Sierre

e Ande. I Lanos, che sono pianure, si estendono lungo la costa del Mar del Sud, le Sierre sono colline con qualche vallata, e le Ande sono le famose Cordigliere, le piú alte montagne che si conoscano. I Lanos si estendono in larghezza per circa 10 leghe; in vari punti le Sierre per 20 e le Ande altrettanto, talvolta piú, talvolta meno; si estendono in larghezza da est a ovest e in lunghezza da nord a sud. Questa parte del mondo ha di notevole: 1) che nei Lanos il vento di sud-ovest soffia costantemente lungo tutta la costa, fenomeno contrario a quello che si verifica, di solito, nella zona torrida; 2) che non piove né tuona mai nei Lanos, benché vi cada talvolta della rugiada; 3) che piove quasi continuamente sulle Ande; 4) che nelle Sierre, poste fra i Lanos e le Ande, piove dal mese di settembre fino ad aprile.

Ci si è accorti da molto tempo che le catene delle piú alte montagne andavano da occidente ad oriente; dopo la scoperta del Nuovo Mondo, si sono però viste alte montagne che andavano da nord a sud; ma nessuno si era mai accorto, prima del Bourguet, della sorprendente regolarità della struttura di queste grandi masse: egli ha trovato, dopo aver attraversato trenta volte in quattordici punti diversi le Alpi, due volte l'Appennino e dopo aver compiuto molte escursioni nei loro dintorni e nel Giura, che i contorni di tutte le montagne sono formati come le opere di fortificazione. Quando il corpo di una montagna va da occidente ad oriente, forma delle prominenze che guardano, nei limiti del possibile, il nord o il sud: questa magnifica regolarità è cosí evidente nei valloni, da sembrare di camminare attraverso una strada coperta molto regolare; infatti se, per esempio, si percorre un vallone da nord a sud, si nota che la montagna che è a destra forma delle sporgenze o degli angoli che guardano ad oriente, mentre quelli della montagna di sinistra guardano ad occidente, di modo che gli angoli sporgenti di ciascuna parte corrispondono agli angoli rientranti che sono loro, sempre, alternativamente opposti. Gli angoli che le montagne formano nelle grandi vallate, sono meno aguzzi,

322

perché il pendio è meno ripido ed essi meno vicini gli uni agli altri; nelle pianure sono visibili solo lungo il corso dei fiumi che ne occupano di solito la parte centrale; i loro gomiti naturali corrispondono alle sporgenze piú accentuate o agli angoli piú sporgenti delle montagne sulle quali il terreno in cui scorrono i fiumi, va a finire: c'è da meravigliarsi che non ci si sia accorti di una cosa cosí evidente. Quando in una vallata la pendenza di una delle montagne che la limitano è meno ripida di quella dell'altra, il fiume dirige il suo corso molto piú in vicinanza della montagna piú ripida, per cui non scorre piú nel mezzo della vallata.[1]

A queste osservazioni se ne possono aggiungere altre particolari che le confermano; per esempio, le montagne della Svizzera sono molto piú ripide e la loro pendenza è molto maggiore verso il mezzogiorno che verso il nord, verso l'occidente piuttosto che verso l'oriente: lo si può vedere nella montagna Gemmi, o nel Mont-Brisé e in quasi tutte le altre montagne. Le piú alte di questo paese sono quelle che separano il Vallese e i Grigioni dalla Savoia, dal Piemonte e dal Tirolo, regioni che sono esse stesse una continuazione di queste montagne, la cui catena si estende fino al Mediterraneo e continua per ancora un lungo tratto, sotto le acque di questo mare. Anche i Pirenei non sono che una continuazione di questa vasta catena di montagne che comincia nel Vallese superiore e le cui ramificazioni si estendono molto lontano ad occidente e a mezzogiorno, mantenendosi sempre a una grande altezza, mentre invece verso nord e verso est si abbassano gradualmente fino a diventare delle pianure, come si può vedere, per esempio, dalle vaste regioni che il Reno e il Danubio bagnano prima di arrivare alle loro foci, mentre il Rodano scende rapidamente verso mezzogiorno per gettarsi nel Mar Mediterraneo. Si riscontra la verità di questa osservazione sulla maggiore pendenza delle montagne verso mezzogiorno e verso occidente, che non verso nord o verso levante, anche nelle montagne dell'Inghilterra o in

[1] Vedi *Lettres philosophiques sur la formation des sels*, pp. 181 e 200.

quelle della Norvegia; ma le regioni del mondo in cui ciò è piú evidente, sono il Perú e il Cile, dove la lunga catena delle Cordigliere è tagliata molto ripidamente verso occidente, lungo il Mar Pacifico, mentre verso oriente si abbassa gradualmente in vaste pianure bagnate dai piú grandi fiumi del mondo.[1] 324

Bourguet, al quale si deve la bella osservazione sulla corrispondenza degli angoli delle montagne, la chiama, con ragione, "la chiave della teoria della terra"; mi sembra tuttavia che, se egli ne avesse avvertita tutta l'importanza, l'avrebbe adoperata piú felicemente, collegandola a fatti adeguati, ed avrebbe dato una teoria della terra assai piú verosimile, mentre invece nella sua Memoria, di cui abbiamo esposto il contenuto, egli si limita a presentare l'abbozzo di un sistema ipotetico, le cui conseguenze sono, per la maggior parte, false o precarie. La teoria che abbiamo esposto, verte su quattro fatti principali, dei quali è impossibile dubitare dopo avere esaminato le prove che li verificano: la prima è che la terra è composta dappertutto, fino a profondità notevoli, di strati paralleli e di materie che sono state, in altri tempi, fluide; la seconda che il mare ha coperto per un certo tempo la terra da noi abitata; la terza che le maree e gli altri movimenti delle acque producono ineguaglianze sul fondo del mare; e la quarta che sono state le correnti del mare a dare alle montagne la forma dei loro contorni e la corrispondente direzione di cui si è parlato.*

Dopo aver letto le prove che contengono i seguenti articoli, si potrà giudicare se ho avuto torto ad assicurare che questi fatti, solidamente fondati, stabilivano la vera teoria della terra. 325 Ciò che ho detto nel testo sulla formazione delle montagne, non ha bisogno di una piú ampia spiegazione; ma, poiché mi si potrebbe obiettare che io non ho spiegato come si formino i picchi o le punte delle montagne, non piú di quanto abbia spiegato qualche altro fatto particolare, ho creduto di dover aggiungere qui le osservazioni e le riflessioni fatte in proposito.

[1] Phil. Trans. abr., vol. 6, pt. 2, p. 158.

Ho cercato di farmi un'idea chiara e generale di come siano sistemate le diverse materie che compongono il globo e mi è sembrato che potevano essere considerate in modo diverso da come fino ad oggi sono state viste: le divido in due classi generali alle quali le riconduco tutte; la prima è quella delle materie che troviamo depositate a strati, a letti, a banchi orizzontali o regolarmente inclinati; la seconda comprende tutte le materie che si trovano ad ammassi, a filoni, a vene perpendicolari ed irregolarmente inclinate. Nella prima classe sono comprese le sabbie, le argille, i graniti o la roccia viva, le selci e le arenarie a grande massa, i carboni fossili, le ardesie, gli scisti eccetera, e anche le marne, le crete, le pietre calcinabili, i marmi eccetera. Nella seconda metto i metalli, i minerali, i cristalli, le pietre fini, e le selci a piccole masse. Queste due classi comprendono generalmente tutte le materie che conosciamo: le prime devono la loro origine ai sedimenti trasportati e depositati dalle acque del mare, e vi si devono distinguere quelle che messe alla prova
326 del fuoco, si trasformano in calce, e quelle che si fondono riducendosi in vetro; le seconde si riducono tutte in vetro, ad eccezione di quelle che il fuoco consuma interamente bruciandole.

Nella prima classe distingueremo prima due specie di sabbia: una, che considero la materia piú abbondante del globo, che è vetrificabile, o piuttosto che è un composto di frammenti di vetro; l'altra, la cui quantità è molto minore, calcinabile, da considerare come residui o polvere di pietra e che differisce dalla ghiaia solo per la grossezza dei grani. La sabbia vetrificabile è in genere depositata a strati come tutte le altre materie, ma questi strati sono spesso interrotti da massi di roccia, di arenaria, di roccia viva, di selce e talvolta queste materie formano anche banchi e letti molto estesi.

Se si esaminano questa sabbia e queste materie vetrificabili, vi si trovano solo poche conchiglie di mare e quelle poche non sono depositate a letti, ma sono come disseminate e gettate a caso: non ne ho mai viste per esempio nelle arenarie. Questa pietra, che è molto abbondante in certi luoghi, non è che un

composto di parti sabbiose che si sono radunate e la si trova solo nei paesi in cui la sabbia vetrificabile predomina; di solito le cave di arenaria sono nelle colline che terminano a punta, nei terreni sabbiosi e nelle alture spaccate; sono cave che si possono attaccare da ogni parte e se vi sono letti, sono molto più lontani fra di loro che nelle cave di pietra calcinabile o di marmo; nei massi della cava di arenaria si possono tagliare blocchi di tutte le dimensioni e in tutti i sensi, secondo la necessità o la maggiore comodità, e benché l'arenaria sia difficile a lavorarsi, non ha tuttavia che un tipo di durezza, quella di resistere a colpi violenti senza spezzarsi; infatti lo sfregamento la consuma e la riduce, a poco a poco, facilmente in sabbia, fatta eccezione per alcuni chiodi nerastri che vi si trovano e che sono di una materia così dura da non riuscire ad intaccarli le migliori lime. La roccia viva è vetrificabile come l'arenaria ed è della stessa natura, soltanto è più dura e le sue parti sono più compatte e vi si trovano molti chiodi simili a quelli di cui abbiamo parlato: lo si può facilmente notare sulla cima delle alte montagne, che sono per la maggior parte di questa specie di roccia; non si può camminarvi a lungo senza accorgersi che il cuoio delle scarpe viene tagliato e strappato da questi chiodi. Questa roccia viva che si trova sopra le alte montagne, da me considerata una specie di granito, contiene una grande quantità di pagliuzze talcose ed ha tutti i tipi di durezza, tanto da non poter essere lavorata che con grandissima difficoltà. 327

Ho esaminato da vicino la natura di questi chiodi che si trovano nell'arenaria e nella roccia viva ed ho visto che si tratta di una materia metallica fusa e calcinata a un fuoco molto forte, perfettamente somigliante a certe materie vomitate dai vulcani, che ho potuto vedere in grande quantità, quando mi sono recato in Italia, dove mi è stato detto che gli abitanti del luogo le chiamano "schiarri". Sono masse nerastre molto pesanti sulle quali né il fuoco, né l'acqua, né la lima possono lasciare nessun segno, e la cui materia è molto diversa da quella della lava, che è una specie di vetro, mentre l'altra sembra più metallica che 328

vetrosa. I chiodi dell'arenaria e della roccia viva somigliano molto a questa prima materia, fatto che sembra provare ancora una volta che tutte queste materie sono state, in altri tempi, liquefatte dal fuoco.

Si può vedere talvolta in certi luoghi, proprio nei punti piú alti delle montagne, una straordinaria quantità di blocchi di grandezza notevole, di questa roccia viva mescolata a pagliuzze talcose; la loro posizione è cosí irregolare, da sembrare che siano stati lanciati e gettati a caso e si potrebbe pensare che fossero caduti da qualche altura vicina, se i luoghi, in cui vengono trovati, non fossero tanto alti sopra tutti gli altri. Ma la loro sostanza vetrificabile e la loro forma angolosa e quadrata, come quella delle rocce di arenaria, ci fa scoprire una comune origine fra queste materie: questi blocchi di arenaria e di roccia viva si formano nei grandi strati di sabbia vetrificabile e la loro forma e posizione non è esattamente corrispondente a quella orizzontale di questi strati; ma, a poco a poco, le piogge trascinano, dalla cima delle montagne e delle colline, la sabbia che all'inizio le copriva e cominciano a solcare e a incidere queste colline negli spazi esistenti fra i nuclei di arenaria, come si vede nelle colline di Fontainebleau. La punta di ogni collina corrisponde a un nucleo che forma una cava di arenaria, e ogni spazio è stato scavato e approfondito dalle acque che hanno fatto scivolare la sabbia in pianura; cosí le piú alte montagne, le cui cime sono composte di roccia viva e terminano con i blocchi angolosi di cui abbiamo parlato, saranno state, in altri tempi, coperte da vari strati di sabbia vetrificabile in seno alla quale questi blocchi si saranno formati e, avendo trascinato le piogge tutta la sabbia che li copriva e li circondava, essi saranno rimasti sulla cima delle montagne nella posizione in cui saranno stati formati. Questi blocchi presentano di solito delle punte nella loro parte piú alta e verso l'esterno, aumentano di grandezza via via che si scende e che si scava piú profondamente, spesso un blocco ne congiunge un altro alla base, questo secondo un terzo, e cosí di seguito lasciando fra di loro spazi irregolari;

e poiché, col passar del tempo, le piogge avranno sollevato e trascinato tutta la sabbia che copriva questi diversi nuclei, sono restati sopra le alte montagne i soli nuclei che formano punte piú o meno elevate: ecco quale è l'origine dei picchi e dei corni di montagna.

Infatti supponiamo, come è facile provare a causa delle produzioni marine che vi si trovano, che la catena delle Alpi sia stata in altri tempi coperta dalle acque del mare e che sopra questa catena di montagne vi fosse un grande spessore di sabbia vetrificabile, trasportatavi e depositatavi dall'acqua del mare, nella stessa maniera e per le stesse cause per le quali essa ha depositato e trasportato, nei punti un po' piú bassi di queste montagne, una grande quantità di conchiglie; e immaginiamo che questo strato esterno di sabbia vetrificabile depositato in un primo momento orizzontalmente, abbia formato una regione piatta e sabbiosa sopra le montagne delle Alpi, quando esse erano ancora coperte dalle acque del mare; in questo strato di sabbia si saranno formati nuclei di roccia, di arenaria, di selce e di tutte le altre materie che prendono la loro origine e la loro forma nelle sabbie attraverso un procedimento meccanico pressappoco simile a quello della cristallizzazione dei sali. Questi nuclei, una volta formatisi, avranno sostenuto le parti in cui si erano venuti a trovare, e le piogge avranno, a poco a poco, staccato tutta la sabbia che si trovava fra gli uni e gli altri, come quella che li circondava; i torrenti e i ruscelli, precipitando dall'alto di queste montagne, avranno trascinato queste sabbie nei valloni e nelle pianure e ne avranno portata una parte fino al mare; cosí la cima di queste montagne si sarà trovata allo scoperto e i nuclei, come spogliati, saranno apparsi in tutta la loro altezza: ecco ciò che noi chiamiamo oggi picchi e corni di montagne, ecco ciò che ha formato tutte le elevazioni appuntite che vediamo in tanti luoghi; questa è anche l'origine di quelle rocce elevate ed isolate che si trovano in Cina e in altri paesi, nell'Irlanda per esempio, dove si dà loro il nome di *Devil's stones* o Pietre del diavolo, e la cui formazione, come quella

330

331 dei picchi di montagna, era sempre stata difficile a spiegarsi. Invece la spiegazione che ne dò io, è cosí naturale, che si è subito presentata alla mente di coloro che hanno visto queste rocce: riporterò ciò che ne dice il padre de Tartre nelle sue *Lettere edificanti*: "Da Yan-chuin-yen andammo a Ho-ceon. Ci imbattemmo, strada facendo, in una cosa piuttosto singolare: rocce di una straordinaria altezza e dalla forma di una grossa torre quadrata piantate nel mezzo di vastissime pianure; non si capisce come possano trovarsi là, se non pensando che siano state, in altri tempi, montagne e che le acque del cielo dopo aver fatto franare a poco a poco la terra che circondava questi massi di pietra, li abbia a lungo andare dirupati da tutte le parti: ciò che rafforza questa ipotesi, è l'averne viste alcune che in basso sono ancora circondate di terra fino ad una certa altezza."[1]

La cima delle piú alte montagne è dunque di solito composta da rocce e da varie specie di granito, da roccia viva, da arenaria e da altre materie dure e vetrificabili, spesso per una profondità di due o trecento tese; vi si trovano sovente cave di marmi o di pietre dure, piene di conchiglie, la cui materia è calcinabile come si può osservare sulla Grande Chartreuse nel Delfinato e sul Moncenisio, dove le pietre e i marmi, che contengono conchiglie, sono a qualche centinaio di tese al di sotto delle 332 cime, delle punte e dei picchi delle piú alte montagne, benché queste pietre, riempite di conchiglie, siano esse stesse a piú di mille tese sopra il livello del mare. Cosí le montagne, in cui si vedono punte o picchi, sono di solito di roccia vetrificabile e quelle, le cui cime sono piatte, contengono, per la maggior parte, marmi e pietre dure, piene di produzioni marine. La stessa cosa si può dire delle colline quando sono di arenaria o di roccia viva: esse sono, per la maggior parte, divise da punte, da alture, da poggi, e da cavità, da profondità e da piccoli valloni intermedi: invece quelle che sono composte da pietre calcinabili sono pressappoco eguali in tutta la loro altezza e non sono interrotte che da gole e da valloni piú grandi, piú regolari

[1] Vedi *Lettres édifiantes*, racc. 2, vol. 1, p. 135, ecc.

e i cui angoli sono corrispondenti; infine esse sono coronate da rocce la cui posizione è regolare e orizzontale.

Per quanta differenza sembri esservi fra queste due forme di montagne, esse derivano tuttavia entrambe dalla stessa causa, come noi abbiamo fatto vedere; si deve soltanto osservare che queste pietre calcinabili non hanno subíto nessuna alterazione, nessun cambiamento dopo la formazione degli strati orizzontali, mentre quelle di sabbia vetrificabile hanno potuto essere alterate e interrotte dalla produzione posteriore delle rocce e dei blocchi angolosi formatisi al loro interno. Queste due specie di montagne hanno delle fenditure che sono quasi sempre perpendicolari in quelle di pietra calcinabile, mentre sembrano un po' piú irregolari in quelle di roccia viva e di arenaria; proprio in queste fenditure si trovano i metalli, i minerali, i cristalli, gli zolfi e tutte le materie della seconda classe, e sotto queste fenditure le acque si riuniscono per infiltrarsi poi piú profondamente e formare le vene di acqua che si trovano sotto la superficie della terra. *333*

# ARTICOLO 10

## Sui fiumi

Abbiamo detto, in generale, che le piú grandi montagne occupano il centro dei continenti, che le altre occupano il centro delle isole, delle penisole e delle terre sporgenti sul mare, che, nel Continente Antico, le piú grandi catene di montagne sono dirette da occidente ad oriente, e che quelle dirette verso nord o sud sono solo ramificazioni di queste catene principali; si vedrà egualmente che i fiumi piú grandi hanno la direzione delle piú grandi montagne, e che sono pochi quelli che seguono la direzione delle loro ramificazioni.* Per esserne certi e vederlo 334 in particolare, basta dare uno sguardo al globo e percorrere il Continente Antico dalla Spagna fino alla Cina. Si scoprirà che, a cominciare dalla Spagna, il Vigo, il Duero, il Tago e la Guadiana vanno da oriente ad occidente, l'Ebro da occidente ad oriente e che non vi è fiume di una certa importanza il cui corso si diriga da sud a nord o da nord a sud, benché la Spagna sia completamente circondata dal mare a mezzogiorno e quasi per intero a nord. Questa osservazione sulla direzione dei fiumi della Spagna dimostra non soltanto che le montagne di questo paese sono dirette da occidente ad oriente, ma che il ter-

reno delle regioni meridionali, vicine allo stretto, come anche quello delle coste dello stretto, è piú alto delle coste del Portogallo; che a nord le montagne della Galizia, delle Asturie eccetera sono semplicemente una continuazione dei Pirenei, e che è proprio questa elevazione delle terre, sia a nord che a sud, a non permettere ai fiumi di arrivare, attraverso quelle regioni, fino al mare.

Si vedrà anche, gettando lo sguardo sulla carta della Francia, che solo il Rodano si dirige da nord a mezzogiorno, benché per metà circa del suo percorso, dopo le montagne fino a Lione, si diriga anch'esso da oriente verso occidente; al contrario tutti gli altri fiumi, per esempio la Loira, la Charente, la Garonna e anche la Senna si dirigono per tutto il loro percorso in questa direzione.

335

Cosí in Germania il solo Reno, come il Rodano, si dirige per la maggior parte del suo percorso da mezzogiorno a nord, mentre gli altri grandi fiumi, il Danubio, la Drava e tutti i loro grandi affluenti scorrono da occidente a oriente per sfociare nel Mar Nero.

Si deve ammettere che il Mar Nero, da considerarsi piú come un grande lago che come un mare, ha un'estensione quasi tre volte maggiore da oriente ad occidente che da mezzogiorno a nord, e che di conseguenza la sua posizione è simile alla direzione che in genere hanno i fiumi; la stessa cosa si può dire del Mediterraneo, la cui lunghezza da oriente ad occidente è circa sei volte maggiore della sua larghezza media, presa da nord a sud.

In verità il Mar Caspio, secondo la carta che ne è stata fatta per ordine dello zar Pietro I, ha una maggiore estensione da mezzogiorno a nord, che non da oriente ad occidente, mentre nelle antiche carte si presentava quasi rotondo, o piú largo da oriente ad occidente, che non da sud a nord; * ma se si riflette che il Lago d'Aral può aver fatto parte del Mar Caspio, da cui è separato solo da pianure di sabbia, si troverà ancora una volta che la distanza, dalla riva occidentale del Mar Caspio a quella orientale del Lago d'Aral, è maggiore della distanza dalla riva meridionale a quella settentrionale dello stesso mare.

Anche l'Eufrate e il Golfo Persico si dirigono da occidente ad oriente, quasi tutti i fiumi della Cina si snodano in questa
336 stessa direzione e ugualmente si può dire per tutti i fiumi dell'interno dell'Africa al di là della regione di Barberia, che scorrono tutti da oriente ad occidente e da occidente ad oriente; sono solo i fiumi della Barberia ed il Nilo a dirigersi da mezzogiorno a nord. Per dir la verità, vi sono in Asia grandi fiumi che scorrono per un tratto del loro percorso da nord a sud, per esempio il Don, il Volga eccetera, ma, considerando la lunghezza intera del loro corso, ci si accorgerà che si piegano verso mezzogiorno solo per gettarsi nel Mar Nero e nel Caspio, laghi all'interno del continente.

Si può dunque dire, in generale, che in Europa, in Asia e nell'Africa, i fiumi e le altre acque interne si dirigono da oriente ad occidente piú che da nord a sud, fenomeno che deriva dal fatto che le catene delle montagne sono soprattutto volte in questa direzione e che, d'altronde, l'intero continente, formato dall'Europa e dall'Asia, si estende piú in questa direzione che nell'altra. Vi sono infatti due maniere di dare una spiegazione di questa direzione dei fiumi: in un continente lungo e stretto come quello dell'America Meridionale, nel quale vi è solo una catena principale di montagne, che si estende da nord a sud, i fiumi, che non sono trattenuti da nessuna altra catena di montagne, devono scorrere in direzione perpendicolare a questa catena, cioè da oriente ad occidente, o da occidente ad oriente: è proprio in questa direzione, infatti, che scorrono tutti i grandi fiumi dell'America, dove, ad eccezione delle Cordigliere, non vi sono catene di montagne molto estese e nemmeno altre
337 sorgenti in direzione parallela a esse. Come nel Nuovo, anche nel Continente Antico la maggior parte delle acque trova la sua strada soprattutto indirizzata da occidente ad oriente; quasi tutti i fiumi scorrono infatti in questa direzione, ma ciò avviene qui per un'altra ragione: vi sono varie catene di montagne, assai estese e parallele le une alle altre, che si dirigono da occidente ad oriente ed i fiumi e gli altri corsi d'acqua sono co-

stretti ad incanalarsi negli spazi che le separano; di conseguenza da una sola catena di montagne, diretta da nord a sud, scorreranno fiumi la cui direzione sarà come quella dei fiumi provenienti da varie catene, tutte snodantesi da oriente ad occidente: ecco perché i fiumi d'America hanno la stessa direzione di quelli dell'Europa, dell'Africa e dell'Asia.

Di solito i fiumi occupano il centro delle vallate, o piuttosto la parte piú bassa del terreno compreso fra due colline o fra due montagne opposte: se le due colline, che stanno da ciascuna parte del fiume, hanno una pendenza pressappoco eguale, il fiume occupa piú o meno il centro del vallone o della vallata intermedia: larga o stretta che sia la vallata, se la pendenza delle colline o delle terre elevate, situate da ciascuna parte del fiume, è uguale, il fiume occuperà il centro della vallata; invece, se una delle colline ha un pendio piú ripido della collina opposta, il fiume non si troverà piú al centro della vallata, ma sarà piú vicino alla collina piú ripida, proporzionalmente alla maggiore ripidezza del pendio della collina in confronto all'altra; il punto piú basso della vallata non è piú, in tal caso, la sua parte centrale, ma si trova molto piú vicino alla collina la cui pendenza è maggiore, ed è per questa ragione che anche il fiume le è piú vicino.* In tutti i luoghi in cui da una parte del fiume vi sono montagne o colline molto ripide e dall'altra terreni che si alzano con una dolce pendenza, si troverà sempre che il fiume scorre ai piedi delle colline ripide e che le segue in tutte le loro direzioni, senza allontanarsene, finché dall'altra parte non vi siano altre colline dalla pendenza abbastanza accentuata, da far sí che il punto piú basso del terreno si venga a trovare piú lontano, di quanto non lo era prima, dalla collina ripida. Càpita di solito che, col passar del tempo, il pendio della collina piú ripida diminuisca e venga ad addolcirsi, perché le piogge trascinano le terre in maggior quantità e le portano via con maggior violenza da un pendio ripido che non da uno dolce; il fiume è allora costretto a cambiar letto per ritrovare il punto piú basso del vallone: inoltre si aggiunga che, poiché tutti i

338

fiumi di tanto in tanto si ingrossano e straripano, essi trasportano e depositano limi in diversi luoghi e che spesso si accumulano sabbie che fanno nel loro letto rifluire le acque e ne mutano la direzione; è abbastanza comune trovare nelle pia-
339 nure un gran numero di antichi letti del fiume, soprattutto se esso è impetuoso e soggetto a frequenti straripamenti e se trascina molta sabbia e limo.

Nelle pianure e nelle ampie vallate, in cui scorrono i grandi fiumi, il fondo del letto del fiume è di solito il punto piú basso della vallata, ma spesso la superficie dell'acqua è piú alta delle terre che sono adiacenti a quelle delle rive del fiume. Supponiamo, per esempio, che un fiume sia colmo fino alla sponda, cioè che le sponde e le acque del fiume siano alla stessa altezza e che l'acqua, poco dopo, cominci a straripare dalle due parti; la pianura sarà in poco tempo inondata per un ampio tratto e si potrà osservare che le due sponde del fiume vengono coperte per ultime, fatto che sta a dimostrare come esse siano piú alte del resto del terreno; ai due lati del fiume, a partire dalle sponde fino ad un certo punto della pianura, vi è dunque una pendenza insensibile, una specie di pendio, per cui la superficie dell'acqua del fiume viene ad essere piú alta del terreno della pianura, soprattutto quando l'acqua arriva all'altezza delle sponde. Queste sono sempre piú alte per il limo che vi si è depositato durante le inondazioni: l'acqua è di solito molto fangosa nelle grandi piene dei fiumi e quando comincia a straripare, scorre molto lentamente sopra le sponde e deposita il limo che contiene, liberandosene, per cosí dire, via via che si allontana, inoltrandosi nella pianura; ma tutto il limo che la corrente del fiume non
340 ha la forza di trascinare, si deposita proprio sulle sponde che si innalzano a poco a poco, sopra il resto della pianura.

I fiumi sono, come si sa, molto piú larghi alla loro foce; via via che ci si inoltra nell'interno delle regioni, allontanandosi dal mare, diminuiscono in larghezza; ma ciò che vi è di piú interessante, e forse di meno conosciuto, è che nell'interno, a una considerevole distanza dal mare, seguono, per lunghi tratti, la

stessa direzione senza mai piegarsi, mentre la sinuosità del loro percorso aumenta a misura che si avvicinano alla foce. Ho sentito dire da un viaggiatore, uomo di spirito e buon osservatore,[1] che ha fatto diversi grandi viaggi per terra nelle regioni occidentali dell'America Settentrionale, che i viaggiatori ed i selvaggi non si sbagliavano quasi mai sulla distanza cui si trovavano dal mare, perché, per rendersi conto se si erano inoltrati molto nell'interno della regione o se si trovavano in una località vicina al mare, seguivano la riva di un gran fiume: quando la sua direzione era diritta per un tratto di quindici o venti leghe, essi giudicavano di essere molto lontani dal mare, mentre se il fiume aveva delle sinuosità e cambiava spesso la direzione del suo percorso, erano sicuri di non essersene allontanati molto. Il Fabry ha sperimentato personalmente la verità di questa osservazione che gli è stata molto utile nei suoi viaggi, quando traversava paesi sconosciuti e quasi disabitati. Ma anche un'altra osservazione può essere utile in questi casi: lungo le rive dei grandi fiumi vi è un notevole risucchio, tanto piú forte quanto piú si è vicini al mare e piú largo è il letto del fiume, ed anche questo può essere un indice per giudicare se ci si trovi a piccole o grandi distanze dalla foce. Poiché le sinuosità dei fiumi aumentano via via che essi si avvicinano al mare, non ci si deve meravigliare se qualcuna di esse viene a formare, aprendosi, delle bocche, attraverso le quali una parte delle acque del fiume fluisce al mare: questa è infatti una delle ragioni per le quali i grandi fiumi si dividono di solito in molti rami per arrivare al mare. 341

Il movimento delle acque nel corso dei fiumi avviene in maniera molto diversa da quella supposta dagli autori che hanno voluto spiegare con teorie matematiche questa materia;* non soltanto la superficie di un fiume in movimento non è a livello, prendendola da una sponda all'altra, ma, secondo i casi, anche la corrente, che è nel mezzo, è notevolmente piú alta o piú bassa di quella dell'acqua che è vicina alle rive; quando un fiume si ingrossa all'improvviso per lo scioglimento delle nevi o

[1] Fabry.

quando, per qualche altra causa, la sua velocità aumenta, se la direzione del fiume è diritta, il punto centrale dell'acqua, là dove si trova la corrente, si alza e il fiume forma una specie di curva convessa o di elevazione molto sensibile, il cui punto piú alto si trova al centro della corrente; questo sollevamento è talvolta molto accentuato e l'Hupeau, abile ingegnere di ponti
*342* e di argini, mi ha detto di avere un giorno misurato sull'Aveyron questa differenza di livello fra l'acqua della sponda e quella della corrente cioè del punto centrale di questo fiume, e di aver riscontràto che è di tre piedi, e precisamente sono le acque del centro ad essere tre piedi piú alte di quelle vicino alle sponde. Questo deve effettivamente verificarsi tutte le volte che l'acqua ha una grandissima velocità: poiché la rapidità con la quale essa viene portata via diminuisce l'azione della sua pesantezza, l'acqua che forma la corrente non si mette in equilibrio, con tutto il suo peso, con l'acqua che è vicina alle sponde, e rimane perciò piú alta. D'altra parte, quando i fiumi si avvicinano alla loro foce, accade di frequente che l'acqua vicina alle sponde sia piú alta di quella del mezzo, benché la corrente sia rapida; il fiume sembra allora formare una curva concava il cui punto piú basso è proprio là dove la corrente è piú rapida e ciò accade tutte le volte che l'azione delle maree si fa sentire in un fiume. Si sa che nei grandi fiumi il movimento delle acque prodotto dalle maree diventa sensibile a cento o duecento leghe dal mare; si sa anche che la corrente del fiume conserva il suo movimento nelle acque del mare, fino a notevoli distanze. Vi sono dunque, in questo caso, due movimenti contrari nell'acqua del fiume: la corrente vera e propria, che forma la sua parte centrale, corre direttamente verso il mare, l'azione delle maree forma una controcorrente, un risucchio che fa rialzare l'acqua vicino alle sponde mentre quella del centro cala; e poiché allora tutta l'acqua del fiume deve passare attraverso la corrente che
*343* è al centro, quella delle sponde scende continuamente verso di esso, fatto che si verifica in misura tanto maggiore quanto piú l'acqua è innalzata e spinta con forza dall'azione delle maree.

Vi sono due specie di risucchio nei fiumi: il primo, che è quello di cui ora abbiamo parlato, è prodotto da una forza viva, quale può essere quella dell'acqua del mare nel periodo delle maree, che non soltanto si oppone come un ostacolo al movimento dell'acqua del fiume, ma vi si oppone anche come un corpo il cui movimento è contrario e opposto a quello della corrente dell'acqua del fiume; questo risucchio forma una controcorrente tanto piú sensibile quanto piú forte è la marea. L'altra specie di risucchio ha per causa una forza morta, cioè quella opposta da un ostacolo, da una sporgenza di terra, da un'isola sul fiume eccetera; benché questo risucchio non dia origine di solito a una controcorrente molto sensibile, essa lo è quanto basta per essere avvertita, ed anche per stancare i battellieri sui fiumi; se questa specie di risucchio non forma sempre una controcorrente, determina necessariamente ciò che la gente di fiume chiama una "morta", cioè acque ferme che non scorrono come il resto del fiume, ma girano su se stesse cosí che occorre impiegare molta forza per farne uscire i battelli che vi sono trascinati. Queste acque ferme si avvertono in modo particolare al passaggio dei ponti, in tutti i fiumi che scorrono velocemente: infatti poiché la velocità dell'acqua aumenta, come si sa, in proporzione alla diminuzione del diametro dei canali attraverso i quali essa passa, supponendo uguale la forza che la spinge, la velocità di un fiume aumenta sempre al passaggio di un ponte, in ragione inversa della somma della larghezza degli archi per la larghezza totale del fiume, aggiungendo a questa proporzione quella della lunghezza degli archi o, che è la stessa cosa, della larghezza del ponte. Poiché dunque l'aumento della velocità è molto notevole quando l'acqua esce dal ponte, quella che è di lato dalla corrente viene spinta lateralmente contro le sponde del fiume e per questa reazione si forma un movimento a vortice talvolta molto forte. Quando si passa sotto il ponte di Santo Spirito, i battellieri sono costretti a fare grande attenzione, per non perdere il filo della corrente dell'acqua, anche dopo aver passato il ponte; infatti, se lascias-

344

sero deviare il battello a destra o a sinistra, sarebbero portati contro la riva con grave pericolo per la vita o, per lo meno, sarebbero trascinati nel vortice delle acque ferme, da dove potrebbero uscire solo con grande difficoltà. Quando questo vortice, causato dal movimento di corrente e dal movimento opposto di risucchio, è molto forte, si viene a formare una specie di piccolo gorgo, e spesso nei fiumi dal corso rapido, là dove le acque ricadono oltre gli sproni posteriori dei piloni di un ponte, si può assistere al formarsi di questi piccoli gorghi o vortici di acqua, il cui centro sembra essere vuoto, e formare una specie di cavità cilindrica intorno alla quale l'acqua turbina rapidamente: questa specie di cavità cilindrica è prodotta dall'azione della forza centrifuga che porta l'acqua a cercare di allontanarsi, e ad allontanarsi effettivamente, dal centro del vortice causato dal turbinio.

345 Quando sta per arrivare una grande piena, la gente di fiume se ne accorge dal movimento particolare che nota nell'acqua; dicono allora che il fiume "si muove di fondo", cioè che l'acqua del fondo del fiume scorre piú rapida di quanto non scorra di solito: questo aumento di velocità nell'acqua del fondo del fiume annuncia sempre, secondo loro, un rapido ed improvviso crescimento delle acque. Le acque del corso superiore del fiume, pur non essendo ancora arrivate, agiscono già col loro peso e col loro movimento su quelle del corso inferiore cui comunicano questo stesso movimento; infatti, sotto certi aspetti, bisogna considerare il fiume, contenuto nel letto dentro il quale scorre, come una colonna di acqua in un tubo, e il fiume intero come un canale lunghissimo in cui ogni movimento si deve comunicare da una estremità all'altra. Ora, indipendentemente dal movimento delle acque del corso superiore, il solo loro peso potrebbe far aumentare la velocità del fiume e forse farlo muovere dal fondo; infatti si sa che, facendo scendere in acqua piú battelli insieme, si aumenta in quel preciso istante la velocità delle acque del corso inferiore del fiume e nello stesso tempo si ritarda la velocità di quelle del corso superiore.

La velocità delle acque correnti non è proporzionale, neppure approssimativamente, alla pendenza del letto: un fiume, che avesse una pendenza uniforme e doppia di quello di un altro, dovrebbe, a quanto pare, scorrere solo una volta piú rapidamente dell'altro, mentre in effetti scorre molto piú rapidamente, perché la sua velocità, invece di essere doppia, è tripla o quadrupla eccetera: essa dipende molto di piú dalla quantità delle acque e dal peso di quelle del corso superiore che non dalla pendenza, e quando si vuol scavare il letto di un fiume o quello di una fogna eccetera, non bisogna distribuirne la pendenza uniformemente per tutta la sua lunghezza; è necessario, per far scorrere piú velocemente l'acqua, dare una pendenza molto maggiore all'inizio che non alla foce, dove essa deve risultare quasi inavvertita, proprio come avviene nei fiumi. Quando essi si avvicinano alla foce, la loro pendenza è quasi nulla e tuttavia mantengono una velocità tanto maggiore quanto piú abbondante è la quantità di acqua che essi contengono, di modo che, nei grandi fiumi, quand'anche il terreno fosse a livello, l'acqua continuerebbe a scorrere, ed a scorrere rapidamente, non soltanto per la velocità acquistata,[1] ma anche per la pressione e il peso delle acque superiori. Per mettere maggiormente in evidenza la verità di quello che sto dicendo, supponiamo che il tratto della Senna che si trova fra il Ponte Nuovo e il Ponte Reale, sia perfettamente a livello, e che in ogni punto raggiunga i dieci piedi di profondità; immaginiamo per un istante che, d'un tratto, si possa prosciugare il letto oltre il Ponte Reale, e prima del Ponte Nuovo: l'acqua che si verrebbe a trovare fra questi due ponti, benché da noi supposta perfettamente a livello,

346

347

[1] Proprio per non aver fatto queste riflessioni Kuhn dice che la sorgente del Danubio è per lo meno di 2 miglia tedesche piú alta della sua foce, che il Mediterraneo è di 6 miglia tedesche e 3/4 piú basso della sorgente del Nilo, che l'Atlantico è piú basso del Mediterraneo di un mezzo miglio eccetera, cosa assolutamente errata: del resto il falso principio, da cui Kuhn trae tutte queste conseguenze, non è il solo errore che si trova in questa opera sull'origine delle sorgenti, che ha riportato il premio dell'Accademia di Bordeaux nel 1741.

scorrerà dalle due parti in alto e in basso, finché sarà esaurita; infatti, benché sia a livello, carica come è del peso di dieci piedi di spessore, scorrerà dalle due parti con una velocità proporzionale a questo peso e, diminuendo questa velocità sempre proporzionalmente alla diminuzione della quantità di acqua, non smetterà di scorrere, finché non si sarà abbassata al livello del fondo. Il peso dell'acqua contribuisce dunque molto alla sua velocità ed è per questa ragione che la maggiore velocità della corrente non è né in superficie né sul fondo, ma pressappoco al centro della profondità dell'acqua, perché prodotta dall'azione del suo peso in superficie e dalla reazione del fondo. Ma vi è anche un'altra osservazione da fare: se un fiume avesse raggiunto una grandissima velocità, potrebbe non soltanto conservarla percorrendo un terreno a livello, ma sarebbe anche in condizione di oltrepassare un'altura senza spandersi molto ai due lati, o per lo meno senza causare una grande inondazione.

Si potrebbe credere che i ponti, gli argini e gli altri ostacoli che vengono costruiti sui fiumi, diminuiscano notevolmente la velocità totale del corso dell'acqua; ma tutto ciò non determina che una piccolissima differenza. L'acqua, incontrando lo sprone anteriore di un ponte, si alza e questo sollevamento fa aumentare l'efficacia dell'azione del suo peso, con la conseguenza che la velocità della corrente fra i piloni aumenta in proporzione diretta alla loro larghezza ed inversa a quella degli archi, di modo che il ritardo causato da questi ostacoli alla velocità totale del corso dell'acqua, è quasi insensibile. I meandri, le sinuosità, le terre sporgenti, le isole diminuiscono anch'essi ben poco la velocità totale del corso d'acqua: ciò che produce una notevolissima diminuzione in questa velocità è l'abbassamento delle acque, mentre invece l'aumento del loro volume l'accresce piú di qualsiasi altra causa.

348

Se i fiumi fossero sempre pressappoco egualmente pieni, il miglior mezzo per diminuire la velocità dell'acqua e per regolarli sarebbe di allargarne il canale; ma poiché quasi tutti i fiumi sono soggetti a ingrossarsi e a diminuire molto, per rego-

larli è invece necessario restringere il loro canale, perché nei periodi in cui le acque sono basse, se il canale è molto largo, l'acqua che vi passa nel mezzo, vi scava un letto particolare, vi forma delle sinuosità, e quando si ingrossa segue la direzione che ha preso in questo nuovo letto, abbattendosi con forza contro i bordi del canale, tanto da distruggere gli argini e causare grandi danni. Si potrebbero prevenire in parte questi effetti della violenza dell'acqua, scavando, a intervalli regolari, piccoli golfi, cioè togliendo il terreno da una delle due rive fino ad una certa distanza nell'interno; e perché esercitino una azione efficace, occorre scavarli nell'angolo ottuso delle sinuosità del fiume; così, infatti, la corrente dell'acqua devia e gira in questi piccoli golfi, con il risultato di diminuire la sua velocità. Questo mezzo sarebbe forse molto adatto a prevenire il crollo dei ponti nei luoghi in cui è impossibile costruire in loro prossimità barriere che trattengono l'azione del peso dell'acqua, mentre i golfi di cui abbiamo parlato ne diminuiscono la corrente: in entrambi i casi, quindi, si otterrebbe pressappoco lo stesso effetto, cioè una diminuzione della velocità delle acque. *349*

Il modo in cui si sviluppano le inondazioni merita una particolare attenzione: quando un fiume si ingrossa, la velocità dell'acqua aumenta via via sempre piú fino a che il fiume comincia a straripare; da questo istante la velocità dell'acqua diminuisce, per cui, una volta cominciato lo straripamento, ne segue sempre un'inondazione che dura piú giorni; infatti, quand'anche dopo lo straripamento sopraggiungesse una minor quantità d'acqua in confronto a quella che si riversava prima, l'inondazione avverrebbe ugualmente, perché essa dipende molto piú dalla diminuzione della velocità dell'acqua che non dalla quantità riversatasene e se non fosse così, si vedrebbero spesso i fiumi straripare per un'ora o due e rientrare poi nel loro letto, fatto che non si verifica mai. L'inondazione invece dura sempre alcuni giorni, sia che la pioggia cessi, sia che diminuisca, perché lo straripamento ha rallentato la velocità delle acque, e di conseguenza, poiché la stessa quantità d'acqua non è piú traspor-

350 tata nello stesso tempo in cui lo era prima, è come se ne sopraggiungesse una maggiore quantità. Si può far notare a proposito di questa diminuzione che, se per caso un vento soffia contro la corrente del fiume, l'inondazione sarà di proporzioni molto piú vaste di quelle che assumerebbe senza questa causa accidentale, che viene a diminuire la velocità dell'acqua; invece, se un vento soffia nella stessa direzione della corrente del fiume, l'inondazione sarà assai meno estesa e diminuirà piú rapidamente. Ecco ciò che scrive il Granger sullo straripamento del Nilo:

"La piena del Nilo e la sua inondazione ha dato da fare per molto tempo agli studiosi; la maggior parte di loro hanno trovato solo dello straordinario nella cosa piú naturale del mondo, che accade in ogni regione della terra. A causare la crescita e l'inondazione del fiume sono le piogge che cadono in Abissinia e in Etiopia, ma deve esserne considerata prima causa il vento del nord: 1) perché spinge le nubi che portano questa pioggia dalla parte dell'Abissinia; 2) perché, attraversando le due foci del Nilo, ne respinge le acque verso terra ed impedisce cosí che si gettino in troppo grande quantità nel mare; tutti gli anni ci si può rendere conto di questo fatto, quando il vento del nord si cambia improvvisamente in quello del sud, ed il Nilo perde in un giorno quanto era cresciuto in quattro." [1]

Le inondazioni assumono, di solito, proporzioni piú vaste
351 nella parte alta del fiume che non in quella bassa, vicina alla foce, perché, rimanendo uguali tutte le condizioni, la velocità delle acque va sempre aumentando fino al mare; e benché di solito la pendenza diminuisca quanto piú vicina è la foce, la velocità è tuttavia spesso maggiore per le ragioni che abbiamo spiegato. Il padre Castelli, che ha scritto con molto acume su questa materia, nota molto giustamente che l'altezza degli argini costruiti per trattenere il Po va sempre diminuendo fino al mare, cosí che a Ferrara, che è a 50 o 60 miglia di distanza dal mare, gli argini hanno quasi 20 piedi di altezza sopra la normale superficie del Po, mentre piú oltre, a 10 o 12 miglia di distanza

[1] Viaggio di GRANGER (1745) pp. 13 sg.

dal mare, non raggiungono l'altezza di 12 piedi, quantunque il canale del fiume sia altrettanto stretto che a Ferrara.[1]

Del resto, la teoria del movimento delle acque correnti è ancora soggetta a molte oscurità e difficoltà ed è molto arduo dare regole generali che possano applicarsi a tutti i casi particolari: l'esperienza è qui piú necessaria della speculazione, e bisogna conoscere per esperienza non soltanto i normali effetti dei fiumi in generale, ma in particolare anche il fiume col quale si ha a che fare, se si vuol parlarne esattamente e costruirvi delle opere utili e durature. Le osservazioni che ho riportato sopra sono per la maggior parte nuove; ci sarebbe da augurarsi che venissero raccolte molte osservazioni dello stesso tipo, si giungerebbe forse allora a rischiarare questa materia e a dar regole sicure per trattenere e guidare i fiumi, per prevenire la caduta dei ponti, degli argini, e gli altri disastri che la violenta impetuosità delle acque può causare.*

352

I piú grandi fiumi dell'Europa sono il Volga, che ha circa 650 leghe di corso da Resciov fino ad Astrakan sul Mar Caspio; il Danubio, il cui corso è di circa 450 leghe dalle montagne della Svizzera fino al Mar Nero; il Don, che si snoda per 400 leghe dalla sorgente del suo affluente Sosna fino alla sua foce nel Mar Nero; il Dnepr, il cui corso è di circa 350 leghe, e che si getta anch'esso nel Mar Nero; la Dvina che percorre circa 300 leghe, gettandosi poi nel Mar Bianco eccetera.

I piú grandi fiumi dell'Asia sono lo Hoang-ho in Cina, che ha 850 leghe di corso, prendendo la sua sorgente a Raja-Ribron, e che va a sfociare nel Mar della Cina a sud del Golfo di Changi; lo Jenisca in Tartaria, lungo circa 800 leghe dal Lago di Selinga fino al mare settentrionale della Tartaria; il fiume Oby, che misura circa 600 leghe dal Lago Kila fino al Mar Glaciale, al di là dello stretto di Vaigach; il fiume Amur della Tartaria orientale, con un percorso di circa 575 leghe, misurandolo dalla sorgente del suo affluente Kerlon fino al Mare di Camciatca dove sfocia; il fiume Menamcon,** la cui foce è a Pulo-Condor

[1] Vedi "Raccolta d'autori che trattano del moto delle acque", vol. 1, p. 123.

353 e che si può misurare dalla sorgente del suo affluente Longmu; il fiume Kian * lungo circa 550 leghe, misurandolo dalla sorgente del suo affluente Kinxa fino alla sua foce nel Mar della Cina; il Gange, il cui corso è di circa 550 leghe; l'Eufrate, che ne misura 500 dalla sorgente dell'affluente Irma; l'Indo con 400 leghe di corso, che sbocca nel Mar d'Arabia dal lato occidentale di Guzarate; il fiume Sir Daria lungo circa 400 leghe, che si getta nel lago di Aral.

I piú grandi fiumi dell'Africa sono il Senegal con un corso di circa 1125 leghe, comprendendovi il Niger che non ne è altro che la continuazione, fino alla sorgente del Gombaru, suo affluente;** il Nilo, la cui lunghezza è di 970 leghe, e che nasce nell'alta Etiopia dove compie molti giri; lo Zaira e il Cuanza, di cui si conoscono circa 400 leghe di corso, ma che si estendono molto piú lontano nelle terre del Monoemugi; il Cuama, di cui si conoscono ugualmente solo 400 leghe circa, ma che viene da piú lontano, dalle regioni della Cafreria; il Quilmanci, il cui intero corso è di 400 leghe, e che ha la sua sorgente nel regno di Gingiro.***

Infine i piú grandi fiumi dell'America, che sono anche i piú larghi del mondo, sono il Rio delle Amazzoni, lungo piú di 1200 leghe, se si risale fino al lago che è vicino a Huanuco a 30 leghe da Lima, dove il Marañon ha la sua sorgente; se si risale
354 invece fino alla sorgente del fiume Napo, a una certa distanza da Quito, la sua lunghezza supera le 1000 leghe.[1]

Si potrebbe considerare il corso del San Lorenzo in Canadà lungo piú di 900 leghe, risalendo dalla sua foce fino al Lago Ontario e al lago Erie, oltre il Lago Huron, il Lago Superiore, il Lago Alemipigo, il Cristinaux, fino al Lago degli Assiniboini, confluendo le acque di tutti questi laghi dagli uni negli altri, per poi cadere nel fiume San Lorenzo.*

Il Mississipí si snoda per piú di 700 leghe dalla sua foce fino a qualcuna delle sue sorgenti, che non sono lontane dal Lago degli Assiniboini già nominato.

[1] Vedi il Viaggio di La Condamine, pp. 15 sg.

Il fiume La Plata ha piú di 800 leghe di corso, risalendo dalla sua foce fino alla sorgente del fiume Paranà che è un suo affluente.

L'Orenoco è lungo piú di 575 leghe, misurandolo dalla sorgente, vicino a Pasto, del Caketa,* le cui acque si gettano in parte nell'Orenoco e in parte si dirigono verso il Rio delle Amazzoni.[1] Il fiume Madeira, che si getta nel Rio delle Amazzoni, è lungo piú di 660 o 670 leghe.

Per sapere pressappoco la quantità d'acqua che il mare riceve da tutti i fiumi che vi si gettano, supponiamo che la metà del globo sia coperta dal mare e che l'altra metà sia terra ferma, cosa abbastanza esatta; supponiamo anche che la media profondità del mare, prendendolo in tutta la sua estensione, sia di un quarto di miglio italiano, cioè di circa 230 tese; essendo la superficie di tutta la terra 170 981 012 miglia, la superficie del mare è 85 490 506 miglia quadrate che, moltiplicate per un ¼ di miglio, profondità del mare, dànno per risultato 21 372 626 miglia cubiche, corrispondenti alla quantità di acqua contenuta in tutto l'oceano. Ora, per calcolare la quantità di acqua che l'oceano riceve dai fiumi, prendiamo qualche grande fiume di cui conosciamo la velocità e la quantità d'acqua, il Po per esempio, che attraversa la Lombardia e che bagna una regione lunga 380 miglia, secondo il Riccioli; la sua larghezza, prima di dividersi in varie bocche per gettarsi nel mare, è di 100 pertiche bolognesi, equivalenti a 1000 piedi, e la sua profondità di 10 piedi; la sua velocità è tale da percorrere quattro miglia in un'ora, cosí che il Po fornisce al mare 200 000 pertiche cubiche d'acqua in un'ora, cioè 4 800 000 in un giorno; se un miglio cubico contiene 125 000 000 di pertiche cubiche, occorrono ventisei giorni perché il Po porti al mare un miglio cubico di acqua. Resta ora da determinare la proporzione che vi è fra il Po e tutti gli altri fiumi della terra presi insieme, cosa che è impossibile calcolare esattamente, ma, per averne per lo meno un'idea, supponiamo che la quantità di acqua che il mare

355

[1] Vedi la carta del La Condamine.

riceve dai grandi fiumi in tutti i paesi sia proporzionale alla estensione e alla superficie di questi paesi, e che, di conseguenza,
356 la regione bagnata dal Po e dai suoi affluenti stia alla superficie di tutta la terra ferma come il Po sta a tutti i fiumi della terra. Ora, a quanto risulta dalle carte piú esatte, il Po, dalla sorgente alla sua foce, attraversa una regione della lunghezza di 380 miglia, e i suoi affluenti sia di destra che di sinistra provengono da sorgenti e da corsi d'acqua situati a circa 60 miglia di distanza dal Po; cosí questo fiume e i suoi affluenti bagnano una regione che si estende per 380 miglia di lunghezza e 120 di larghezza, per un'estensione cioè di 45 600 miglia quadrate: la superficie di tutta la terra asciutta è di 85 490 506 miglia quadrate, e di conseguenza la quantità d'acqua che tutti questi fiumi portano al mare sarà 1874 volte maggiore della quantità d'acqua che gli fornisce il Po: e se ventisei fiumi come il Po forniscono al mare un miglio cubico di acqua ogni giorno, ne consegue che, nello spazio di un anno, 1874 fiumi come il Po forniranno al mare 26 308 miglia cubiche d'acqua e che nello spazio di 812 anni tutti questi fiumi fornirebbero al mare 21 372 626 miglia cubiche d'acqua, cioè tante quante ve ne sono nell'oceano, e che dunque basterebbero 812 anni per riempirlo.[1]

Risulta da questo calcolo che la quantità d'acqua sollevata dall'evaporazione dalla superficie del mare e poi trasportata dai venti sulla terra, dove produce tutti i ruscelli ed i fiumi, è di
357 circa 245 linee, cioè da 20 a 21 pollici all'anno, o di circa i $^2/_3$ di una linea al giorno; è una piccolissima evaporazione, quand'anche la si raddoppiasse o triplicasse perché si debba tener conto dell'acqua che ricade sul mare e che non è trasportata sulla terra. Si veda a tal proposito lo scritto dello Halley,[2] in cui egli dimostra con chiarezza e mediante calcoli che i vapori, che si alzano sopra il mare e che i venti trasportano sulla terra, sono sufficienti a formare tutti i fiumi e a mantenere tutte le acque che sono alla superficie della terra.*

[1] Vedi J. Keill, *Examination of Burnet's Theory* (Londra 1734) pp. 126 sgg.
[2] Phil. Trans., N. 192.

Dopo il Nilo, il Giordano è il fiume piú importante del Levante ed anche della Barberia; esso fornisce al Mar Morto circa 6 milioni di tonnellate al giorno d'acqua: tutta questa acqua, e forse ancora di piú, è sollevata dall'evaporazione, perché se si calcolano, seguendo il metodo dello Halley, 6914 tonnellate d'acqua trasformate in vapore per ciascun miglio di superficie, si trova che il Mar Morto, che ha 72 miglia di lunghezza su 18 di larghezza, deve perdere tutti i giorni per l'evaporazione quasi 9 milioni di tonnellate d'acqua, cioè non soltanto tutta l'acqua che riceve dal Giordano, ma anche quella dei piccoli fiumi che vi si gettano e che provengono dalle montagne di Moab e da altri luoghi; il Mar Morto quindi non comunica con nessun altro mare mediante canali sotterranei.[1]

I fiumi dal corso piú rapido sono il Tigri, l'Indo, il Danubio, l'Irtis in Siberia, il Malmistra in Cilicia eccetera.[2] Ma, come abbiamo detto all'inizio di questo articolo, la velocità delle acque di un fiume dipende da due cause, di cui la prima è la pendenza e la seconda il peso e la quantità d'acqua: esaminando sul globo quali siano i fiumi che hanno la maggior pendenza, si troverà che il Danubio ne ha una molto inferiore a quella del Po, del Reno, e del Rodano; traendo infatti qualcuna delle sue sorgenti dalle stesse montagne dalle quali nascono quelli, viene ad avere un corso molto piú lungo che non ciascuno di questi tre fiumi e si getta inoltre nel Mar Nero che è piú elevato del Mediterraneo e forse dell'oceano.

358

Tutti i grandi fiumi ne ricevono molti altri per tutta l'estensione del loro corso; si è contato, per esempio, che il Danubio riceve piú di 200 tra ruscelli e fiumi; ma se si vogliono considerare solo gli affluenti di una certa importanza, si troverà che il Danubio ne riceve 30 o 31, il Volga 32 o 33, il Don 5 o 6, il Dnepr 19 o 20, la Dvina 11 o 12; che in Asia lo Hoang-ho riceve 34 o 35 fiumi, lo Jenisca piú di 60, altrettanti l'Oby, l'Amur circa 40, il Kian o fiume di Nankino circa 30, il Gange

[1] Vedi i Viaggi di SHAW, vol. 2, p. 71.

[2] Vedi VARENIO, *Geographia generalis*, p. 178.

piú di 20, l'Eufrate 10 o 12, eccetera. In Africa il Senegal ne riceve piú di 20; il Nilo non riceve nessun affluente se non a 500 leghe dalla sua foce, l'ultimo è il Moraba, e di qui fino alla sua sorgente se ne contano circa 12 o 13. In America il Rio

*359* delle Amazzoni ne riceve piú di 60, tutti molto grandi; il fiume San Lorenzo circa 40, contando quelli che si gettano nei laghi, il Mississipí piú di 40, il La Plata piú di 50, eccetera.

Vi sono sulla superficie della terra regioni elevate che sembrano punti di divisione segnati dalla natura per la distribuzione delle acque. La regione del San Gottardo è uno di questi punti in Europa; un altro è la regione situata fra le province di Belozera e di Vologda in Moscovia, da dove discendono vari fiumi, alcuni dei quali vanno a sboccare nel Mar Bianco, altri nel Mar Nero ed altri nel Mar Caspio; in Asia lo è il paese dei Tartari Mongoli, da dove provengono fiumi, alcuni dei quali si gettano nel Mare Tranquillo o mare della Nuova Zembla, altri nel Golfo di Linchidolin, altri nel Mar di Corea, altri in quello della Cina, e lo è anche il Piccolo Tibet, le cui acque scorrono verso il Mar della Cina, verso il Golfo del Bengala, quello di Cambay e il Lago d'Aral; in America la provincia di Quito, che fornisce acque al Mare del Sud, al Mare del Nord ed al Golfo del Messico.

Vi sono, nel Continente Antico, circa 430 fiumi che si gettano direttamente nell'oceano o nel Mediterraneo e nel Mar Nero; nel Continente Nuovo se ne conoscono solo 180 che si gettano direttamente in mare: ho però compreso in questo numero solo i fiumi grandi, per lo meno, quanto lo è la Somme in Piccardia.

*360* Tutti questi fiumi, con le loro acque, trasportano al mare una grande quantità di parti minerali e saline, che hanno strappato ai diversi terreni attraverso i quali sono passati. Le particelle di sale, che, come si sa, si sciolgono facilmente, arrivano al mare con le acque dei fiumi. Alcuni fisici, e fra gli altri lo Halley, hanno preteso che la salsedine del mare sia dovuta unicamente ai sali della terra che i fiumi vi trasportano; altri hanno detto

che essa è antica quanto lo stesso mare e che il sale è stato creato proprio per impedire che le sue acque si corrompano; ma si può anche pensare che a preservarle vi cooperino il movimento dei venti e delle maree tanto quanto il sale che contengono; infatti, quando si conserva l'acqua del mare in una botte, si corrompe nel giro di pochi giorni, e Boyle racconta che un navigatore, bloccato da una bonaccia durata 13 giorni, vide il mare cosí putrefatto al termine di questo periodo che, se la bonaccia non fosse cessata, la maggior parte del suo equipaggio sarebbe perita.[1] L'acqua del mare è anche mescolata con un olio bituminoso che le dà un sapore sgradevole e che la rende molto malsana. La quantità di sale da essa contenuta ne costituisce una quarantesima parte circa, e il mare presenta ovunque un grado di salsedine quasi uniforme in superficie come sul fondo, all'equatore come al Capo di Buona Speranza, quantunque abbia alcuni punti, per esempio la costa del Mozambico, che sono piú salati di altri.[2] Si sostiene anche che il mare sia meno salato nella zona artica: ciò può esser dovuto alla grande quantità di neve e ai grandi fiumi che si gettano in questi mari ed al fatto che il calore del sole vi produce poca evaporazione a paragone di quella dei paesi a clima caldo.

*361*

Comunque sia, credo che le vere cause della salsedine del mare siano non soltanto i banchi di sale che si sono potuti trovare sul suo fondo o lungo le coste, ma anche i sali della terra che i fiumi vi trasportano continuamente, e credo che Halley abbia avuto ragione a ritenere che, all'inizio del mondo, il mare fosse poco salato o non lo fosse affatto, e che lo sia divenuto per gradi via via che i fiumi vi hanno condotto dei sali, e penso che forse questa salsedine aumenta tutti i giorni e aumenterà sempre di piú. E traendo da questa opinione tutte le conseguenze, gli è stato possibile concludere che, facendo delle esperienze per accertare la quantità di sale di cui è carica l'acqua di un fiume quando arriva al mare, e sommando la quantità di acqua che vi portano tutti i fiumi, si verrebbe a

[1] Boyle, *Works*, vol. 3, p. 222. [2] Ibid., p. 217.

sapere, dal grado di salsedine del mare, quanto sia vecchio il mondo.

I palombari e i pescatori di perle assicurano, a sentire la relazione di Boyle, che piú si scende nel mare, piú l'acqua è fredda; a una certa profondità il freddo sarebbe cosí grande che essi non riescono a sopportarlo, ed è per questa ragione che, quando scendono a grande profondità, non rimangono cosí a lungo 362 sott'acqua, come quando si calano a una piccola profondità. A me sembra che il peso dell'acqua potrebbe esserne la causa quanto il freddo, se si discendesse a grandi profondità di 300 o 400 braccia; ma, a dir la verità, i palombari non scendono mai oltre i 100 piedi o poco piú. Lo stesso autore riferisce che, durante un viaggio nelle Indie Orientali, oltrepassato l'equatore, a circa 35 gradi di latitudine sud, venne immersa una sonda a 400 braccia di profondità e che, ritiratala, la sonda, che era di piombo e pesava all'incirca dalle 30 alle 35 libbre, era diventata cosí fredda che sembrava di toccare un pezzo di ghiaccio. Si sa anche che i viaggiatori, per rinfrescare il loro vino, fanno calare le bottiglie a varie braccia di profondità nel mare e piú le si cala, piú il vino diventa fresco.

Tutti questi fatti potrebbero far pensare che l'acqua del mare sia piú salata sul fondo che in superficie; tuttavia si hanno testimonianze in senso contrario fondate su esperienze. Si sono infatti riempiti con l'acqua del mare alcuni vasi, che venivano aperti solo a una certa profondità: quest'acqua marina non è stata trovata piú salata di quella in superficie; vi sono anche punti in cui, pur essendo salata l'acqua della superficie, quella del fondo è dolce, probabilmente là dove vengono a scaturire sul fondo del mare fontane o sorgenti, come vicino a Goa, a Ormuz ed anche nel mare di Napoli, sul cui fondo vi sono sorgenti calde.

Vi sono altri luoghi in cui sono state notate sorgenti bitumi- 363 nose e strati di bitume sul fondo del mare; sulla terra c'è una grande quantità di queste sorgenti che portano il bitume mescolato all'acqua nel mare: alla Barbados ve ne è una di bitume

puro che scorre dalle rocce fino al mare.* Il sale e il bitume sono dunque le sostanze predominanti nelle acque marine, che ne contengono però anche altre: il sapore dell'acqua non è infatti lo stesso in tutte le parti dell'oceano. Ma sono anche il movimento e il calore del sole ad alterare il gusto naturale che essa dovrebbe avere, e i diversi colori dei diversi mari, e degli stessi mari in periodi diversi, provano che le acque marine contengono sostanze di varie specie, sia che vengano staccate dal fondo del mare, sia che vengano portate dai fiumi.

Quasi tutte le regioni bagnate da grandi fiumi sono soggette a periodiche inondazioni, soprattutto le regioni basse e vicine alla foce ed i fiumi che nascono da sorgenti molto lontane sono quelli che straripano piú regolarmente. Tutti hanno sentito parlare delle inondazioni del Nilo; le sue acque si mantengono per un lungo tratto e per un ampio spazio, dopo essersi gettate nel mare, dolci e bianche. Strabone e gli altri antichi autori hanno scritto che aveva sette foci, ma oggi non ne rimangono che due navigabili; un terzo canale scende ad Alessandria per riempire le cisterne, e ve ne è anche un quarto che però è ancora piú piccolo. Poiché si è trascurato per lungo tempo di ripulirli, questi canali si sono riempiti: gli antichi impiegavano in questo lavoro un gran numero di operai e di soldati e tutti gli anni, dopo l'inondazione, il limo e la sabbia depositatisi dentro i canali venivano tolti: il Nilo ne trascina infatti una grandissima quantità. Causa dei suoi straripamenti sono le piogge che cadono in Etiopia e che cominciano nel mese di aprile per finire solo a settembre; durante i primi tre mesi, le giornate sono serene e belle, ma non appena il sole tramonta, fino al suo levarsi, piove, fenomeno che è in genere accompagnato da tuoni e da lampi. L'inondazione non comincia in Egitto che verso il 17 giugno, aumenta di solito per circa quaranta giorni e diminuisce impiegandovi un periodo altrettanto lungo; tutta la piatta regione dell'Egitto ne è sommersa. Ma questo straripamento è assai meno notevole oggi di quanto non lo fosse in altri tempi, infatti Erodoto ci dice che il Nilo impiegava

364

cento giorni a crescere e altrettanti a calare; se il fatto è vero, se ne può attribuire la causa solo al terreno che si è alzato per il deposito, via via formatosi, del limo e alla diminuzione, nell'interno dell'Africa, dell'altezza delle montagne da cui il Nilo trae la sua sorgente: è assai naturale immaginare che queste montagne siano diminuite, perché le piogge abbondanti, che cadono in queste regioni durante una metà dell'anno trascinano le sabbie e le terre, che si trovano sopra le montagne, nei valloni, dai quali i torrenti le trascinano a loro volta nel letto del Nilo che le trasporta in buona parte nell'Egitto, dove le deposita durante i suoi straripamenti.

Il Nilo non è il solo fiume le cui inondazioni siano periodiche 365 e annuali: si è chiamato il Pegu il Nilo indiano, perché i suoi straripamenti avvengono ogni anno regolarmente, inondando questa regione per piú di 30 leghe oltre le sue sponde e lasciando, come il Nilo, un limo che fertilizza tanto la terra, da far diventare eccellenti i pascoli per il bestiame e da farvi crescere il riso in cosí grande abbondanza che se ne possono caricare tutti gli anni un gran numero di vascelli, senza che il paese ne manchi.[1] Anche il Niger o, che è la stessa cosa, l'alto corso del Senegal, straripa come il Nilo e l'inondazione che copre tutta la piatta regione della Nigeria comincia pressappoco nello stesso periodo, cioè verso il 15 giugno, aumentando ugualmente per quaranta giorni; anche il fiume La Plata, in Brasile, straripa tutti gli anni e nello stesso periodo del Nilo; ed anche il Gange, l'Indo, l'Eufrate ed alcuni altri straripano tutti gli anni. All'infuori di questi fiumi non ve ne è nessun altro che abbia straripamenti periodici: le inondazioni avvengono per effetto di varie cause che si combinano per fornire una quantità d'acqua maggiore del solito e per ritardare nello stesso tempo la velocità del fiume.

Abbiamo detto che in quasi tutti i fiumi la pendenza del letto va sempre diminuendo quasi insensibilmente fino alla foce, ma ve ne sono alcuni la cui pendenza è in certi punti ripidissima,

[1] Vedi i Viaggi di OVINGTON, vol. 2, p. 290.

per cui si forma ciò che viene chiamato una cateratta, che è solo una caduta d'acqua piú veloce di quella della corrente normale del fiume. Il Reno, per esempio, ha due cateratte, una a Bielefeld e l'altra presso Sciaffusa; il Nilo ne ha molte e, fra le altre, due impetuosissime che precipitano da grande altezza fra due montagne; il Vologda in Moscovia ha anch'esso due cateratte presso Ladoga; lo Zaira, fiume del Congo, comincia con una impetuosa cateratta che cade dall'alto di una montagna; ma la piú famosa cateratta è quella del Niagara in Canadà. Essa cade da un'altezza di 156 piedi a picco come uno straordinario torrente ed ha piú di un quarto di lega di larghezza; la bruma o nebbia che solleva cadendo si vede a 5 leghe di distanza e si alza fino alle nubi, dove forma un bellissimo arcobaleno quando il sole vi lascia cadere sopra i suoi raggi. Sotto questa cascata d'acqua vi sono dei vortici cosí terribili che si può navigare solo a 6 miglia di distanza; sopra la cateratta il fiume è molto piú stretto di quanto non lo sia nel corso superiore.[1] Ecco la descrizione che ne dà il padre Charlevoix:

366

"Mia prima preoccupazione fu di andare a vedere la piú bella cascata che vi possa forse essere nella natura, ma mi accorsi subito che il barone de la Hontan si era sbagliato sulla sua altezza e sulla sua forma, tanto da far dubitare che egli l'avesse vista.

"Indubbiamente, se si misura la sua altezza dalle tre montagne che bisogna innanzitutto superare, non vi è molto da obiettare sui 600 piedi che le sono stati assegnati dalla carte del Delisle che certamente sostiene questo paradosso sulla fede del barone de la Hontan e del padre Hennepin. Ma, una volta arrivato sulla cima della terza montagna, notai che, per un tratto di 3 leghe da me poi percorse prima di arrivare a questa cascata, benché si dovesse talvolta salire, bisognava ancora di piú discendere, ed era ciò cui quei viaggiatori non sembravano aver fatto caso. Poiché ci si può avvicinare alla cascata solo di lato,

367

[1] Phil. Trans. abr., vol. 6, pt. 2, p. 119.

si può perciò vederla soltanto di profilo e non è facile misurarne l'altezza con gli strumenti: si è voluto tentarlo con una lunga corda attaccata a una lunga pertica e dopo aver fatto la prova varie volte è risultata solo una profondità di 115 o 120 piedi, ma non si può avere la certezza che la pertica non sia stata arrestata da qualche roccia sporgente; infatti, benché sia stata ritirata sempre bagnata anche per un tratto della corda alla quale era attaccata, ciò non serve a provare niente, perché l'acqua che precipita giú dalla montagna schizza molto in alto schiumando; a mio parere, dopo averla esaminata da tutte le parti dalle quali si può osservarla comodamente, non è possibile assegnarle meno di 140 o 150 piedi.

"Quanto alla sua forma, essa è a ferro di cavallo e ha un perimetro di circa 400 passi; proprio al centro è divisa in due da un'isola molto stretta, lunga un mezzo quarto di lega, che vi si affaccia. Ma le due parti in cui viene divisa non tardano a riunirsi; quella che era dal lato in cui mi trovavo io e che *368* si vedeva solo di profilo, ha molte punte sporgenti, ma l'altra che vidi di fronte mi sembrò molto compatta. Il barone de la Hontan vi aggiunge un torrente che viene dall'ovest; durante lo scioglimento delle nevi le acque impetuose devono venire a scaricarsi qua attraverso qualche burrone eccetera."[1]

Vi è un'altra cateratta a tre leghe da Albany, nella provincia di Nuova York, alta circa 50 piedi misurati perpendicolarmente: anche da questa cascata si alza una nebbia, nella quale si scorge un leggero arcobaleno che cambia posizione a misura che ci si allontani o ci si avvicini.[2]

In generale, in tutti i paesi in cui il numero degli uomini non è tale da dar luogo a società civili, i terreni sono piú irregolari ed il letto dei fiumi piú esteso, meno regolare e ricco di cateratte. Ci sono voluti secoli per rendere navigabili la Loira ed il Rodano; solo trattenendo le acque, guidandole e ripulendo il fondo dei fiumi, si può dar loro un corso sicuro; in tutte le

[1] vol. 3, p. 332, ecc.

[2] Phil. Trans. abr., vol. 6, pt. 2, p. 119.

terre in cui vi sono pochi abitanti, la natura è selvaggia e talvolta mostruosa.

Vi sono fiumi che si perdono nelle sabbie, altri che sembrano precipitare nelle viscere della terra: il Guadalquivir in Spagna, il Gottenburg in Svezia, e lo stesso Reno si perdono in mezzo alla terra. Si dà per certo che nella parte occidentale dell'isola di San Domingo vi sia una montagna di considerevole altezza, ai piedi della quale vi sarebbero molte caverne in cui fiumi e ruscelli precipitano con un rumore tale da udirsi a sette o otto leghe di distanza.[1] *369*

Del resto i fiumi che si perdono all'interno delle terre sono molto pochi e non sembra che queste acque scendano molto in basso all'interno del globo; è piú probabile che esse si perdano, come quelle del Reno, dividendosi nelle sabbie, fatto molto comune nei piccoli fiumi che bagnano i terreni secchi e sabbiosi; se ne hanno vari esempi in Africa, in Persia, in Arabia eccetera.

I fiumi del nord trasportano nei mari una straordinaria quantità di ghiacci che, una volta accumulati, formano quegli enormi massi ghiacciati cosí funesti ai viaggiatori; uno degli stretti del Mar Glaciale in cui sono piú abbondanti, è lo stretto di Vaigach, completamente gelato per la maggior parte dell'anno. Questi ghiacci sono formati da massi ghiacciati trasportati quasi in continuazione dal fiume Oby; essi rimangono attaccati lungo le coste e s'innalzano notevolmente ai due lati dello stretto, il punto centrale è quello che gela per ultimo e il ghiaccio vi è meno alto; quando il vento non viene piú dal nord e comincia a soffiare in direzione dello stretto, il ghiaccio comincia a fondersi ed a rompersi nel mezzo, quindi se ne staccano dalle coste grandi massi che viaggiano in alto mare. Il vento che, durante tutto l'inverno, viene dal nord e passa sopra le terre gelate della Nuova Zembla, rende la regione bagnata dall'Oby e tutta la Siberia cosí fredda, che anche a Tobolsk, situata al 57° grado, non vi sono alberi da frutta, mentre in Svezia, per esempio a *370*

[1] Vedi VARENIO, *Geographia generalis*, p. 43.

Stoccolma ed anche a piú alte latitudini, vi sono alberi da frutta e legumi; questa differenza non proviene, come si è creduto, dal fatto che il Mare di Lapponia è meno freddo di quello dello stretto o dal fatto che la Nuova Zembla lo sia piú della Lapponia, ma è dovuta solo al Mar Baltico e al Golfo di Botnia che addolciscono un po' il rigore dei venti del nord, mentre in Siberia non vi è nulla che possa temperare l'azione del freddo. Ciò che ho detto qui è fondato su esatte osservazioni: non fa mai cosí freddo sulle coste del mare come nell'interno delle terre, vi sono piante che passano l'inverno all'aria aperta a Londra, cosa che sarebbe impossibile a Parigi, e la Siberia, che forma un vasto continente in cui il mare non entra, è proprio per questa ragione piú fredda della Svezia che è circondata dal mare da quasi tutte le parti.

Il paese piú freddo del mondo è lo Spitzberg, una regione al 78° grado di latitudine tutta formata da piccole montagne aguzze, composte di ghiaia e di certe pietre piatte, simili a piccole pietre di ardesia grigia accumulate le une sulle altre; tali montagnole, al dire dei viaggiatori formate da queste piccole pietre e da ghiaie ammonticchiate dai venti, crescono a vista d'occhio e i marinai ne scoprono tutti gli anni delle nuove; si trovano nella regione solo renne, che si cibano di una piccola erba molto 371 corta e di muschio. Sopra queste piccole montagne, a piú di una lega dal mare, è stato trovato un albero maestro che aveva una puleggia attaccata ad una delle sue estremità, cosa che ha fatto pensare che il mare in altri tempi passasse su queste montagne e che il paese sia piuttosto recente: esso è inabitato e inabitabile, il terreno che forma tali montagnole non ha nessuna compattezza e ne viene fuori un vapore cosí freddo e penetrante che si gela per poco che vi si rimanga.

I vascelli che vanno allo Spitzberg per la pesca della balena vi arrivano nel mese di luglio e ne partono verso il 15 di agosto: i ghiacci impedirebbero prima e dopo questo periodo di entrare in questo mare e di uscirne; vi si trovano enormi pezzi di ghiaccio spessi 60, 70 e 80 braccia e vi sono punti in cui

sembra che il mare sia ghiacciato fino in fondo; questi ghiacci, cosí alti sopra al livello del mare, sono chiari e lucenti come il vetro.[1]

Vi sono molti ghiacci anche nei mari del nord d'America come nella Baia dell'Ascensione, negli Stretti di Hudson, di Cumberland, di Davis, di Frobisher, eccetera. Roberto Lade ci assicura che le montagne di Frisland sono completamente coperte di neve e tutte le coste sono di ghiaccio, che viene a formare come un baluardo che non permette di avvicinarsi: "È particolarmente notevole che in questo mare — egli dice — si trovino isole di ghiaccio con un perimetro superiore alla mezza lega, estremamente alte e affondate nel mare per 70 o 80 braccia di profondità; il ghiaccio che le costituisce, è dolce, e si forma forse negli stretti delle terre vicine, eccetera. Queste isole, o montagne di ghiaccio, sono cosí mobili che, nei periodi burrascosi, seguono il corso di un vascello come se fossero trascinate nella stessa scia; ve ne sono di cosí grosse che la loro superficie sopra l'acqua supera l'estremità degli alberi maestri dei piú grossi navigli..."[2]

372

Si trova nella Raccolta dei viaggi che hanno servito allo stabilimento della Compagnia delle Indie Olandesi, un breve giornale storico sui ghiacci della Nuova Zembla, di cui diamo l'estratto: "Al capo di Troost il tempo era cosí nebbioso che fu necessario ormeggiare la nave a un banco di ghiaccio che aveva 36 braccia di profondità sotto l'acqua e circa 16 sopra, per uno spessore complessivo di 52 braccia...

"Il 10 agosto le masse di ghiaccio, staccatesi le une dalle altre, cominciarono a fluttuare e allora si poté notare che il grosso banco di ghiaccio, al quale la nave era stata ormeggiata, toccava il fondo, perché tutti gli altri, passando, la urtavano senza scuoterla; si temette perciò di rimanere prigionieri dei ghiacci e si cercò di uscire da questi paraggi, benché passando si trovasse

[1] Vedi il "Recueil des Voyages du Nord", vol. 1, p. 154.

[2] Vedi la traduzione dei Viaggi di LADE, dell'abate Prevot, vol. 2, pp. 305 sgg.

l'acqua già ghiacciata, approfittando del fatto che il vascello mandava a pezzi il ghiaccio molto lontano intorno a lui; infine si abbordò un altro banco, dove ci si affrettò a porre l'ancora di rimorchio ormeggiandovi fino a sera.

"Dopo cena, mentre risplendeva il primo quarto di luna, i ghiacci cominciarono a spezzarsi con un rumore cosí terribile che è impossibile darne un'idea. Il vascello aveva la prua rivolta alla corrente che trascinava le masse di ghiaccio, si dovette perciò far scorrere la gomena per ritirarsi. Si contarono piú di quattrocento grossi banchi di ghiaccio, che affondavano per 10 braccia nell'acqua e si mostravano per un'altezza di 2.

"Poi si ormeggiò il vascello ad un altro banco che affondava per 6 lunghe braccia, gettandovi l'àncora. Quando ci si fu sistemati, si vide anche un altro banco poco lontano, la cui parte piú alta terminava a punta, proprio come la cima di un campanile e che toccava il fondo del mare; avanzammo verso questo banco e vedemmo che affondava 20 braccia nel mare, e ne sporgeva per 12 circa.

"L'11 agosto si navigò ancora verso un altro banco che aveva 18 braccia di profondità e 10 sopra l'acqua...

"Il 21 gli Olandesi penetrarono assai profondamente nel porto dei ghiacci e vi rimasero all'àncora durante la notte; l'indomani mattina si ritirarono ed andarono ad ancorare il loro bastimento ad un altro banco sul quale montarono e di cui ammirarono la forma molto strana; la sua parte alta era coperta di terra e vi furono trovate circa quaranta uova; il suo colore non era come quello del ghiaccio, ma di un azzurro celeste. Quelli che vi si trovarono ne discussero molto, gli uni dicendo che era un effetto del ghiaccio e gli altri sostenendo che era terra gelata. Comunque fosse, era un banco estremamente alto e affondava per circa 18 braccia nell'acqua, innalzandosene per 10." [1]

Wafer riferisce che, nei pressi della Terra del Fuoco, si è imbattuto in molti ghiacci fluttuanti assai alti che in un primo tempo aveva scambiato per isole. Egli racconta che alcuni sem-

[1] *Troisième voyage des Hollandais par le Nord*, vol. 1, p. 46, ecc.

bravano avere una o due leghe di lunghezza, ma il piú grosso di tutti gli sembrò di 400 o 500 piedi di altezza.[1]

Tutti questi ghiacci, come ho già detto nell'articolo 6, provengono dai fiumi che li trasportano nel mare. I ghiacci della Nuova Zembla e dello Stretto di Vaigach vengono dall'Oby e forse dallo Jenisca e dagli altri grandi fiumi della Siberia e della Tartaria; quelli dello Stretto di Hudson provengono dalla Baia dell'Ascensione, dove sboccano molti fiumi del Nord America; quelli della Terra del Fuoco provengono dal continente australe; e, se ve ne sono meno lungo le coste della Lapponia settentrionale che non lungo quelle della Siberia e dello stretto di Vaigach, quantunque la Lapponia settentrionale sia piú vicina al polo, è perché tutti i fiumi della Lapponia sfociano nel Golfo di Botnia e nessuno si dirige verso il Mar del Nord: tali ghiacci possono anche formarsi negli stretti dove le maree raggiungono altezze molto maggiori che non in mare aperto e dove, di conseguenza, i ghiacci che sono alla superficie possono rompersi e formare quei banchi che hanno alcune braccia di altezza. Ma quelli che hanno 400 o 500 piedi di altezza non mi sembra che possano formarsi altrove, se non su coste alte, e credo che, al tempo del disgelo delle nevi che coprono la superficie di queste coste, scorrano sulla loro superficie acque che, cadendo sui ghiacci, si ghiacciano di nuovo esse stesse, aumentando cosí il loro volume fino a raggiungere l'altezza di 400 o 500 piedi; e in seguito, durante un'estate piú calda, per l'azione dei venti, per l'agitazione del mare e forse anche per il loro stesso peso, questi ghiacci attaccati alle coste se ne distaccano e cominciano a navigare nel mare in balia del vento e possono cosí arrivare fino in regioni dal clima temperato, prima di fondersi completamente.

375

[1] Vedi il Viaggio di WAFER, stampato in appendice a quelli di Dampier, vol. 4, p. 304.

# ARTICOLO 11

## *Sui mari e sui laghi*

L'oceano circonda da tutte le parti i continenti, penetra in vari punti all'interno della terra, sia attraverso aperture assai larghe, sia attraverso angusti stretti, e forma mari interni alcuni dei quali partecipano direttamente al movimento del flusso e riflusso, 376 mentre altri non sembrano aver niente in comune se non la continuità delle acque; noi percorreremo l'oceano in tutti i suoi contorni e faremo, nello stesso tempo, l'enumerazione di tutti i suoi mari interni; cercheremo di distinguerli da quelli che si devono chiamare golfi, ed anche da quelli che si devono considerare laghi.

Il mare che bagna le coste occidentali della Francia forma un golfo fra le terre della Spagna e quelle della Bretagna; questo golfo, che i navigatori chiamano Golfo di Biscaglia, è molto aperto e la sua punta piú addentrata nella terraferma è fra Baiona e San Sebastiano; un'altra parte del golfo, anch'essa profondamente internata, è quella che bagna le coste della regione d'Aunis a La Rochelle e a Rochefort. Il Golfo di Biscaglia comincia al Capo d'Ortegal e finisce a Brest, dove comincia uno stretto fra la punta della Bretagna ed il Capo

Lizard. Questo stretto, che all'inizio è assai largo, forma nel terreno della Normandia un piccolo golfo, la cui punta piú addentrata nella terraferma è a Avranches; lo stretto continua con una certa ampiezza fino al Passo di Calais dove diventa angustissimo, per poi allargarsi improvvisamente molto e finire fra Texel e Norwich sulla costa d'Inghilterra; a Texel forma un piccolo mare interno chiamato Zuider Zee, e diverse altre grandi lagune dalle acque poco profonde come quelle dello Zuider Zee.

Piú oltre l'oceano forma un grande golfo chiamato Mare di Germania* che, considerato in tutta la sua estensione, comincia dalla punta settentrionale della Scozia, scende lungo le sue coste orientali e lungo quelle dell'Inghilterra fino a Norwich, continua fino a Texel lungo tutte le coste dell'Olanda e della Germania, dello Jutland e della Norvegia fin sopra Bergen; si potrebbe anche prendere questo grande golfo per un mare interno, perché le isole Orcadi chiudono in parte la sua apertura e sembrano disposte come se fossero una continuazione delle montagne della Norvegia. Questo grande golfo forma un ampio stretto che comincia dalla punta meridionale della Norvegia e che continua, estendendosi molto, fino all'isola di Seeland,* dove improvvisamente si restringe e forma, fra le coste della Svezia, le isole della Danimarca e dello Jutland, quattro piccoli stretti, oltre i quali si allarga in una specie di piccolo golfo, la cui punta piú interna coincide con Lubecca; di qui continua ampliandosi alquanto fino all'estremità meridionale della Svezia, per poi allargarsi sempre di piú e formare il Mar Baltico, che è un mare interno estendentesi da sud a nord per quasi 300 leghe, se vi si comprende il Golfo di Botnia che, in effetti, non è altro che la continuazione del Mar Baltico. Questo mare ha poi due altri golfi, quello di Livonia, la cui punta piú avanzata nella terraferma si trova vicino a Mittau e a Riga, e quello di Finlandia, che è un braccio del Mar Baltico estendentesi fra la Livonia e la Finlandia fino a Pietroburgo, per poi comunicare col Lago Ladoga ed anche con il Lago Onega, che a sua volta comunica,

377

378 attraverso il fiume Onega, col Mar Bianco. Tutta questa estensione d'acqua che forma il Mar Baltico, il Golfo di Botnia, quello di Finlandia e quello di Livonia, deve essere considerata come un grande lago alimentato dalle acque dei fiumi che riceve in grandissimo numero: l'Oder, la Vistola, il Niemen, la Droina* in Germania e in Polonia, vari altri fiumi in Livonia e in Finlandia, e altri piú grandi ancora che vengono dalle regioni della Lapponia, come il Tornea, i fiumi Cali, Lulea, Pithea, Umea, e diversi altri ancora che provengono dalla Svezia. Questi fiumi, tutti di una certa importanza, sono piú di quaranta, se vi comprendiamo anche i loro affluenti: sono quindi in grado di fornire una grandissima quantità di acqua che è probabilmente piú che sufficiente per alimentare il Mar Baltico; d'altra parte questo mare non subisce nessuno dei movimenti delle maree, benché sia stretto, ed è anche pochissimo salato; e se si considera la posizione delle terre e il numero delle paludi e dei laghi della Finlandia e della Svezia, che son quasi contigui a questo mare, si sarà molto inclini a considerarlo non un mare, ma un grande lago formatosi all'interno della terraferma per l'abbondanza delle acque, che, presso la Danimarca, si sono aperte il passo per gettarsi nell'oceano, come in effetti vi si gettano, a sentire tutti i navigatori.

Uscendo dal grande golfo che forma il Mare di Germania e che finisce sopra Bergen, l'oceano segue le coste della Norvegia, 379 della Lapponia svedese, della Lapponia settentrionale e della Lapponia moscovita, dove a oriente forma un vastissimo stretto che termina con un mare interno chiamato Mar Bianco. Anche questo mare può essere considerato un grande lago, poiché riceve dodici o tredici fiumi tutti assai importanti, piú che sufficienti a mantenerlo, ed è poco salato; d'altra parte potrebbe quasi comunicare col Mar Baltico in vari punti, ed ha anche effettivamente un punto di comunicazione con il Golfo di Finlandia, perché risalendo il fiume Onega si arriva al lago omonimo, dal quale escono due fiumi che comunicano con il Lago Ladoga: questo, a sua volta, comunica, attraverso un largo braccio, con il Golfo

di Finlandia e vi sono varie zone della Lapponia svedese le cui acque scorrono indifferentemente, alcune verso il Mar Bianco, altre verso il Golfo di Botnia, ed altre verso quello di Finlandia; cosí piena di laghi e di paludi com'è tutta questa regione, sembra che il Mar Baltico e il Mar Bianco siano i ricettacoli di tutte queste acque, che si scaricano poi nel Mar Glaciale e nel Mare di Germania.

Uscendo dal Mar Bianco e costeggiando l'isola di Candenos e le coste settentrionali della Russia, si trova che l'oceano forma un piccolo braccio nella regione della foce del fiume Peciora; questo piccolo braccio, che ha circa 40 leghe di lunghezza su 8 o 10 di larghezza, è piuttosto un ammasso di acqua formato dal fiume che non un golfo del mare, e la sua acqua è pochissimo salata. Là le terre formano una punta sporgente che termina 380 con le piccole isole Maurizio e Orange; fra queste terre e quelle che a sud si avvicinano allo Stretto di Vaigach, vi è un piccolo golfo di circa 30 leghe nel punto del suo massimo addentramento nella terraferma, che fa direttamente parte dell'oceano e non è formato dalle acque della terra. Si trova poi lo Stretto di Vaigach, che raggiunge quasi il 70° di latitudine nord, non supera le 8 o 10 leghe di lunghezza e comunica con un mare che bagna le coste settentrionali della Siberia: poiché questo stretto è chiuso dai ghiacci per la maggior parte dell'anno, è tuttavia assai difficile arrivare al mare che si trova al di là. Il passaggio di questo stretto è stato tentato inutilmente da un gran numero di navigatori e quelli che son riusciti ad attraversarlo con esito felice non ci hanno lasciato carte esatte di questo mare da loro chiamato Mare Tranquillo;* soltanto dalle carte piú recenti e dall'ultimo mappamondo di Senex, fatto nel 1739 o nel 1740, questo Mare Tranquillo sembra un mare completamente interno senza comunicazioni con il grande Mare di Tartaria: appare infatti chiuso e limitato a sud dalle terre dei Samoiedi, terre oggi molto ben conosciute, che, delimitandolo a mezzogiorno, si estendono dallo Stretto di Vaigach fino alla foce dello Jenisca; a levante esso è invece limitato dalla regione di Jelmor-

land e ad occidente dalla Nuova Zembla, e benché non se ne conosca l'estensione verso nord e verso nord-est, avendosi solo
381 notizie di terre ininterrotte, si può concludere che, molto probabilmente, questo Mare Tranquillo è un mare mediterraneo, una specie di cul di sacco difficile ad affrontare e cieco. Ne è prova il fatto che, partendo dallo Stretto di Vaigach, si è costeggiata la Nuova Zembla dalla parte del Mar Glaciale lungo le sue coste occidentali e settentrionali fino al Capo Desiderato, dopo il quale si sono seguite le coste ad est della Nuova Zembla fino ad un piccolo golfo posto a circa 75 gradi, dove gli Olandesi passarono nel 1596 un fatale inverno. Oltre questo piccolo golfo si è scoperta nel 1664 la terra di Jelmorland, che è lontana solo qualche lega dalla Nuova Zembla, di modo che il solo punto tuttora rimasto sconosciuto si trova vicino al piccolo golfo di cui abbiamo ora parlato e non arriva forse a 30 leghe di lunghezza; cosí se il Mare Tranquillo comunica con l'oceano, ciò deve avvenire nel punto d'ingresso a questo piccolo golfo, che è il solo attraverso il quale questo mare interno può congiungersi con il mare aperto; ma poiché questo piccolo golfo è a 75 gradi nord, e poiché, anche se questa comunicazione esistesse, bisognerebbe sempre percorrere altri 5 gradi verso il nord per raggiungere il mare aperto, è chiaro che se si vuole tentare la via del nord per andare in Cina, è molto meglio passare a nord della Nuova Zembla a 77 o 78 gradi, dove d'altra parte il mare è piú libero e meno ghiacciato, piuttosto che tentare ancora la strada dello stretto ghiacciato di Vaigach con l'incertezza di non potere uscire da quel mare interno.*

382 Seguendo dunque l'oceano lungo le coste della Nuova Zembla e dello Jelmorland, si sono conosciute tutte le terre fino alla foce del Khatanga che è all'incirca al 73° grado. Al di là si estende una zona di circa 200 leghe, le cui coste sono ancora inesplorate; si è soltanto saputo, dai resoconti dei Moscoviti che hanno viaggiato per terra in queste regioni, che esse proseguono ininterrotte, e le carte che ne hanno redatto vi segnano fiumi e popolazioni da loro chiamate *Populi Patati*. Questo tratto di

coste ancora sconosciute va dalla foce del Khatanga a quella del Kauvoina al 66° grado di latitudine: là l'oceano forma un golfo, il cui punto piú avanzato entro la terra ferma si trova alla foce del Lena, che è un fiume molto grande. Questo golfo, formato dalle acque dell'oceano, è molto aperto ed appartiene al Mare di Tartaria: è chiamato Golfo Linchidolin* ed i Moscoviti vi pescano la balena.

Dalla foce del fiume Lena si possono seguire le coste settentrionali della Tartaria per un tratto che supera le 500 leghe verso oriente, fino a una grande penisola o terra sporgente in cui abitano le popolazioni degli Scelati; questa punta forma l'estremità settentrionale della Tartaria piú orientale ed è situata al 72° grado circa di latitudine nord; per tutta questa lunghezza che supera le 500 leghe, l'oceano non irrompe mai nelle terre, non forma nessun golfo, nessun braccio, ma soltanto un gomito piuttosto grande, nel punto in cui nasce questa penisola abitata dagli Scelati, alla foce del fiume Korvinea; questa punta di terra 383 costituisce anche l'estremità orientale della costa settentrionale del continente del Mondo Antico, la cui estremità occidentale è il Capo Nord in Lapponia: le coste settentrionali del Continente Antico misurate dal Capo Nord della Lapponia fino alla punta della terra degli Scelati, si estendono per 1700 leghe circa, se vi si comprendono le sinuosità dei golfi, 1700 leghe che sotto lo stesso parallelo corrispondono a 1100 leghe.

Seguiamo ora le coste orientali del Continente Antico, cominciando da questa punta della terra degli Scelati e scendendo verso l'equatore: l'oceano forma prima un gomito fra la regione degli Scelati e quella dei Ciukci, che si protende molto in avanti sul mare; a mezzogiorno di questa terra, forma un piccolo golfo molto aperto che si chiama Golfo Suctoikret* e poi un altro, ancora piú piccolo, che si allunga in forma di braccio per 40 o 50 leghe nella regione della Camciatca; dopo di che l'oceano entra nelle terre per un ampio stretto pieno di numerose piccole isole, fra la punta meridionale della Camciatca e la punta settentrionale della terra di Iesso, formando un grande

mare interno che è bene esaminare da ogni lato. Innanzi tutto vi è il Mare di Camciatca, nel quale si trova un'isola molto vasta chiamata Isola dell'Amur;* un braccio di questo mare si spinge nei territori a nord-est. Ma questo piccolo braccio, come del resto lo stesso Mare di Camciatca, potrebbero anche essere formati, per lo meno in parte, dalle acque dei fiumi che 384 vi giungono sia dalle terre della Camciatca, che da quelle della Tartaria. Comunque si risolva la questione, questo mare comunica, attraverso un amplissimo stretto, con quello di Corea, che ne forma la parte inferiore; questi due mari ne costituiscono dunque uno solo che si estende per piú di 600 leghe di lunghezza, e che è limitato ad occidente e a nord dalla Corea e dalla Tartaria, ad oriente e a mezzogiorno dalla Camciatca, da Iesso e dal Giappone, senza che abbia altra comunicazione con l'oceano oltre quella dello stretto di cui abbiamo parlato, posto fra la Camciatca e Iesso: non si è infatti sicuri se quello che alcune carte portano segnato fra il Giappone e la terra di Iesso esista realmente.* Ma anche se questo stretto esistesse, il Mare di Camciatca e quello di Corea continuerebbero sempre ad essere considerati un unico grande mare interno separato dall'oceano da ogni lato e non dovrebbero essere scambiati per un golfo, che non comunicherebbe direttamente con il grande oceano neppure attraverso il suo stretto meridionale, che si trova fra il Giappone e la Corea; anche il Mare della Cina, col quale esso comunica attraverso questo stretto, si deve considerare piú un mare interno che un golfo dell'oceano.

Nel Discorso precedente abbiamo detto che il mare ha un movimento costante da oriente a occidente e che, di conseguenza, il grande Mare Pacifico esercita pressioni continue sulle coste orientali: un attento esame del globo confermerà le conseguenze tratte da questa osservazione. Se si esamina la posi- 385 zione delle terre, a cominciare dalla Camciatca fino alla Nuova Bretagna, scoperta nel 1700 dal Dampier e situata a 4 o 5 gradi di latitudine sud, si sarà molto inclini a pensare che l'oceano abbia corroso tutte le terre situate in queste regioni per un tratto

profondo 400 o 500 leghe, e che, di conseguenza, i confini orientali del Continente Antico siano stati retrocessi, estendendosi in altri tempi molto piú a oriente; si noterà infatti che la Nuova Bretagna e la Camciatca, che sono le regioni piú avanzate verso oriente, si trovano tutte sotto lo stesso meridiano: la Camciatca forma una punta di circa 160 leghe che si spinge da nord a sud e che, bagnata ad oriente dal Mar Pacifico e ad occidente dal mare interno di cui abbiamo parlato ora, è divisa, sempre in direzione nord-sud, da una catena di montagne. Inoltre Iesso e il Giappone costituiscono una terra la cui direzione va ugualmente da nord a sud per un'estensione di piú di 400 leghe fra l'oceano e il mare di Corea, e anche le loro catene di montagne devono necessariamente essere dirette da nord a sud, poiché queste regioni, se misurano 400 leghe in lunghezza in direzione nord-sud, non superano in direzione est-ovest la larghezza di 50, 60 o 100 leghe. Cosí la Camciatca, Iesso e la parte orientale del Giappone sono terre da considerare contigue e poste in direzione nord-sud, e sempre nella stessa direzione si trovano, dopo la punta del Capo Ava in Giappone, anche l'isola di Barnevelt e altre tre isole che, poste le une dietro le altre precisamente sulla linea nord-sud, si estendono complessivamente per un tratto di 100 leghe circa. In questa stessa direzione si trovano poi tre altre isole, chiamate le isole dei Callanos, tutte e tre situate anch'esse una dietro l'altra, in direzione nord-sud; dopo di che si trovano le Isole dei Ladroni in numero di quattordici o quindici, l'una dietro l'altra anche queste sempre nella stessa direzione, estendentisi, se vi si comprende anche il tratto occupato dalle isole dei Callanos, per piú di 300 leghe di lunghezza in direzione nord-sud, con una larghezza cosí scarsa da non arrivare nel punto piú ampio alle 7 o 8 leghe. Mi sembra dunque che la Camciatca, Iesso e il Giappone orientale, le isole Barnevelt, del Principe, dei Callanos e dei Ladroni appartengano tutte alla stessa catena di montagne, formando i resti dell'antica regione prima rósa e poi coperta a poco a poco dall'oceano. Tutte queste regioni non

386

sono in effetti che montagne, e le isole cime di montagne; i terreni meno alti sono stati sommersi dall'oceano, e, se quello che è riferito nelle *Lettres édifiantes* è vero, se veramente sono state scoperte tante isole che hanno chiamato Nuove Filippine* e la loro posizione corrisponde realmente a quella che ci è stata data dal padre Gobien, non si potrà dubitare che le isole piú orientali, appartenenti a queste Nuove Filippine, non siano una continuazione della catena di montagne che forma le Isole dei
387 Ladroni; infatti queste isole orientali, in numero di undici, sono poste tutte le une dietro le altre, sempre in direzione nord-sud; esse si estendono in lunghezza per piú di 200 leghe, mentre la piú larga non arriva ad avere 7 od 8 leghe di estensione in direzione est-ovest.

Se si troveranno queste ipotesi troppo azzardate e mi si obietterà che vi sono grandi intervalli fra le isole vicine al Capo Ava e al Giappone, e quelle di Callanos e fra queste isole e quelle dei Ladroni e ancora fra queste dei Ladroni e le Nuove Filippine (il primo intervallo è infatti di circa 160 leghe, il secondo di 50 o 60, il terzo si aggira sulle 120), risponderò che le catene di montagne si estendono spesso ben piú lontano sotto le acque del mare e che questi spazi sono piccoli a paragone delle 1100 leghe di terra e piú che queste montagne presentano sempre nella stessa direzione, misurandole dall'interno della penisola di Camciatca. Infine anche se si rifiuta completamente l'ipotesi da me proposta, secondo la quale l'oceano deve essersi impadronito sulle cose orientali del continente di 500 leghe di terreno e una catena di montagne deve passare attraverso le isole dei Ladroni, non si potrà per lo meno non accordarmi che la Camciatca, Iesso, il Giappone, le isole Bongo, Tanaxima, quelle di Lecogrande, l'Isola dei Re, di Formosa, di Vaif, di Bashi, di Babuyan, la grande Isola di Luzon, le altre Filippine,
388 Mindanao, Gilolo eccetera, e infine la Nuova Guinea, che si estende fino alla Nuova Bretagna, posta sotto lo stesso meridiano della Camciatca, non formino una continuità di terra di piú di 2200 leghe, interrotta solo da brevi intervalli, il piú

grande dei quali non raggiunge forse le 20 leghe, cosí che l'oceano forma all'interno delle terre del continente orientale un grandissimo golfo che comincia con la Camciatca e finisce con la Nuova Bretagna; che questo golfo è disseminato di isole e ha la forma di un qualsiasi altro affossamento prodotto a lungo andare dalle acque esercitanti continuamente la loro azione contro le rive e le coste; che si può di conseguenza congetturare con una certa probabilità che l'oceano, col suo movimento costante da oriente ad occidente, si sia a poco a poco impadronito di questa parte di terra del continente orientale e che abbia inoltre formato i mari interni della Camciatca, della Corea, della Cina, e forse tutto l'arcipelago delle Indie.* La terra e il mare sono infatti qui cosí mescolati da apparire evidente che si tratta di una regione sommersa della quale si scorgono solo le alture e le parti piú alte, mentre le terre piú basse rimangono nascoste dalle acque; questo mare non è dunque profondo come gli altri, e le innumerevoli isole che vi si trovano sono quasi tutte montagne.

Se si esaminano ora in particolare tutti questi mari, cominciando dallo stretto del Mare di Corea fino a quello della Cina, dove ci siamo fermati, si scoprirà che il Mare della Cina forma, nella sua parte settentrionale, un golfo molto profondo, che comincia con l'isola di Fungma e finisce al confine della provincia di Pechino, a una distanza di circa 45 o 50 leghe da questa città, che è la capitale dell'impero cinese; questo golfo nella sua parte piú interna e piú stretta si chiama Golfo di Changi: è molto probabile che esso, e una parte del Mare della Cina, siano stati formati dall'oceano che ha inondato tutta la piatta regione di questo continente, di cui rimangono solo le terre piú alte, cioè le isole di cui abbiamo parlato. In questa regione meridionale si trovano i Golfi di Tonchino e del Siam, vicino al quale è la penisola di Malacca, formata da una lunga catena di montagne poste in direzione nord-sud, e le isole Andamane, altra catena di montagne nella stessa direzione, che sembrano una continuazione delle montagne di Sumatra.

389

L'oceano forma poi un grande golfo che si chiama Golfo del Bengala, nel quale si può osservare che le terre della penisola dell'India formano una curva concava verso l'oriente, pressappoco come il grande golfo del continente orientale, cosa che sembra essere stata causata anch'essa dal movimento dell'oceano da oriente ad occidente: in questa penisola vi sono le montagne dei Gati, dirette da nord a sud fino al Capo di Comorin, e sembra che l'isola di Ceylon, che in altri tempi avrebbe fatto parte del continente, ne sia stata separata. Le Maldive sono un'altra catena di montagne, che mantengono sempre la stessa direzione da nord a sud; piú oltre vi è il Mare d'Arabia, che è
*390* un grandissimo golfo dal quale si staccano quattro bracci che si inoltrano fra le terre, i due piú grandi dal lato occidentale e i due piú piccoli da quello orientale; il primo di questi bracci sulla costa orientale è il piccolo Golfo di Cambay, che raggiunge solo 50 o 60 leghe di profondità, e nel quale si gettano due fiumi assai importanti, cioè il Tapti e il Baroche, chiamato da Pietro della Valle, Mehi; il secondo braccio verso oriente è famoso per la velocità e l'altezza delle maree che qui sono piú forti che in qualsiasi altra parte del mondo, per cui questo braccio o tutto questo piccolo golfo è una terra ora coperta dal flusso, ora scoperta dal riflusso, estendentesi per piú di 50 leghe; vi si gettano molti grandi fiumi, l'Indo, il Padar eccetera, che hanno trascinato alle loro foci una grande quantità di limo e di terra, fatto che ha, a poco a poco, elevato il terreno del golfo, la cui pendenza è cosí dolce, che la marea vi si estende fino a una enorme distanza. Il primo braccio del Golfo Arabico verso l'occidente è il Golfo Persico, che si estende per piú di 250 leghe tra le terre, il secondo è il Mar Rosso, che ne misura piú di 680 dall'isola di Socotra: si devono considerare questi due bracci come due mari interni, prendendoli oltre gli stretti di Ormüz e di Bab el-Mandeb; sono, è vero, ambedue soggetti a grandi maree, venendo cosí a partecipare al movimento del-
*391* l'oceano, ma ciò è dovuto alla vicinanza dell'equatore, dove il movimento delle maree è molto piú grande che non nelle

altre regioni e all'essere, inoltre, ambedue molto lunghi e stretti. Il movimento delle maree è molto piú accentuato nel Mar Rosso che nel Golfo Persico, perché il Mar Rosso, che è circa tre volte piú lungo e quasi altrettanto piú stretto, non riceve nessun fiume il cui movimento possa opporsi a quello della marea, mentre il Golfo Persico ne riceve alcuni molto grandi alla sua estremità piú rientrante nell'interno della terra ferma. Appare qui assai chiaramente come il Mar Rosso sia stato formato da una irruzione dell'oceano sulle terre; infatti, se si osserva la posizione delle terre di qua e di là dall'apertura che gli serve di passaggio, si potrà vedere che questo passaggio non è se non un taglio e che, dall'una e dall'altra parte, le coste si snodano in linea retta sempre sulla stessa direzione, dato che la costa arabica dal Capo Ras Algat fino a quello Fartak è nella stessa direzione di quella africana dal Capo Guardafui fino a quello di Sands.

All'estremità del Mar Rosso vi è quella famosa lingua di terra detta istmo di Suez, che forma una barriera alle acque del Mar Rosso e impedisce la comunicazione dei mari. Si è visto nel Discorso precedente quali ragioni possono far credere che il Mar Rosso sia piú alto del Mediterraneo, e che, se si tagliasse l'istmo di Suez, potrebbe seguirne un'inondazione del Mediterraneo e un aumento delle sue acque; aggiungeremo a quello che abbiamo già detto che, anche non volendo ammettere la maggiore elevazione del Mar Rosso in confronto al Mediterraneo, si deve riconoscere che non vi sono movimenti prodotti dalla marea dalla parte del Mediterraneo vicino alle bocche del Nilo, mentre invece nel Mar Rosso si ha un flusso e riflusso molto accentuato che solleva le acque di parecchi piedi, fatto che, da solo, basterebbe a far precipitare una grande quantità di acqua nel Mediterraneo, se l'istmo venisse tagliato. D'altra parte abbiamo un esempio citato a tal proposito da Varenio, che dimostra come i mari non siano ugualmente profondi in tutti i loro punti; ecco che cosa egli dice a pagina 100 della *Geographia*:

392

"Oceanus Germanicus, qui est Atlantici pars, inter Frisiam et Hollandiam se effundens, efficit sinum qui, etsi parvus sit respectu celebrium sinuum maris, tamen et ipse dicitur mare, alluitque Hollandiae emporium celeberrimum, Amstelodamum. Non procul inde abest lacus Harlemensis, qui etiam mare Harlemense dicitur. Huius altitudo non est minor altitudine sinus illius Belgici, quem diximus, et mittit ramum ad urbem Leidam, ubi in varias fossas divaricatur. Quoniam itaque nec lacus hic, neque sinus ille, Hollandici maris inundant adiacentes agros (de naturali constitutione loquor, non ubi tempestatibus urgentur, propter quas aggeres facti sunt) patet inde quod non sint altiores quam agri Hollandiae. At vero Oceanum Germanicum esse altiorem quam terras hasce experti sunt Leidenses, cum suscepissent fossam seu alveum ex urbe sua ad Oceani Germanici littora, prope Cattorum vicum perducere (distantia est duorum milliarum) ut, recepto per alveum hunc mari, possent navigationem instituere in Oceanum Germanicum, et hinc in varias terrae 393 regiones. Verum enimvero cum magnam iam alvei partem perfecissent, desistere coacti sunt, quoniam tum demum per observationem cognitum est Oceani Germanici aquam esse altiorem quam agrum inter Leidam et littus Oceani illius; unde locus ille, ubi fodere desierunt, dicitur *Het malle Gat*. Oceanus itaque Germanicus est aliquantum altior quam sinus ille Hollandicus" eccetera.

Si può dunque pensare che il Mar Rosso sia piú alto del Mediterraneo, come il Mare di Germania è piú alto di quello dell'Olanda. Alcuni antichi autori, come Erodoto e Diodoro Siculo, parlano di un canale di comunicazione fra il Nilo, il Mediterraneo e il Mar Rosso e, ultimo, il Delisle ha dato nel 1704 una carta nella quale è segnata una delle estremità di un canale che esce dal braccio piú orientale del Nilo e che, a suo giudizio, deve essere una parte di quello che in altri tempi faceva comunicare il Nilo con il Mar Rosso.[1] Nella terza parte del libro che ha per titolo *Connaissance de l'ancien monde*, stampato

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, anno 1704.

nel 1707, si trova la stessa opinione e vi si dice, Diodoro Siculo ne è la fonte, che fu Neco, re di Egitto, a cominciare questo canale, che Dario, re della Persia, lo continuò, e che Tolomeo II lo terminò e lo fece condurre fino alla città d'Arsínoe, facendolo poi aprire e chiudere a seconda che ne avesse o no bisogno. Senza che io mi arroghi il diritto di negare questi fatti, mi sento costretto a confessare che non mi sembrano del tutto certi e penso che la violenza e l'altezza delle maree del Mar Rosso si sarebbero probabilmente dovute comunicare alle acque del canale, per lo meno che sarebbero state necessarie grandi precauzioni per trattenere le acque ed evitare le inondazioni, e molta cura per mantenere in buono stato il canale. Gli storici che ci dicono che il canale è stato cominciato e terminato, non ci dicono se è durato, e le tracce che si pretende riconoscervi oggi, sono forse tutto ciò che è mai stato fatto. Si è dato a questo braccio dell'oceano il nome di Mar Rosso, perché ha in effetti questo colore in tutti i punti in cui si trovano delle madrepore sul suo fondo. Ecco ciò che ne è riferito nella *Histoire générale des voyages*:[1]

394

"Prima di lasciare il Mar Rosso, don Giovanni esaminò quali potessero essere state le ragioni che avevano indotto gli antichi a dare questo nome al Golfo Arabico e se questo mare fosse effettivamente diverso dagli altri per il colore. Egli osservò che Plinio riferisce varie opinioni sull'origine di questo nome: secondo alcuni deriva da un re chiamato Eritros che regnò in queste regioni e il cui nome in greco significa rosso; altri hanno immaginato che il riflesso del sole produca un color rossastro sulla superficie delle acque, altri che l'acqua del golfo abbia per natura questo colore. I Portoghesi, che avevano già fatto vari viaggi all'ingresso degli stretti, dichiararono che, poiché tutta la costa dell'Arabia era molto rossa, dovevano essere la sabbia e la polvere che se ne staccavano, spinte dal vento nel mare, a tingere le acque dello stesso colore.

"Don Giovanni che, per controllare queste opinioni, non smise giorno e notte, dalla sua partenza da Socotra, di osser-

[1] vol. I, pp. 198 e 199.

395 vare la natura dell'acqua e le caratteristiche delle coste fino a Suez, assicura che, ben lungi dall'essere rossa per natura, l'acqua è dello stesso colore di quella degli altri mari e che anche la sabbia o la polvere non hanno affatto il colore rosso e non possono quindi darlo all'acqua del golfo. La terra, sulle due coste, è in genere scura, addirittura nera in qualche punto, mentre in altri è bianca: solo al di là di Suakin, cioè su coste alle quali i Portoghesi non erano ancora arrivati, egli vide effettivamente tre montagne striate di rosso, ma esse erano di roccia durissima e la regione che le circondava era del solito colore.

"La verità dunque è che questo mare, dall'ingresso fino alla estremità del golfo, è dappertutto dello stesso colore, cosa facile a dimostrarsi, raccogliendo acqua in diversi punti; eppure bisogna ammettere che in qualche punto essa sembra per qualche ragione rossa ed in altri verde o bianca: ecco dunque la spiegazione di questo fenomeno. Da Suakin fino a Kossir, cioè per un tratto di 136 leghe, il mare è pieno di banchi e di rocce di corallo: si dà loro questo nome, perché la loro forma e il loro colore le rendono cosí simili al corallo, che occorre una certa abilità per non lasciarsi ingannare; esse crescono come alberi e i loro rami prendono la forma di quelli del corallo; se ne distinguono due tipi, uno bianco e l'altro molto rosso; sono coperti in vari punti da una specie di gomma o di mucillaggine che ora è verde ora è color arancio cupo. Poiché l'acqua di questo mare
396 è piú chiara e trasparente di qualsiasi altra acqua al mondo, tanto che, con 20 braccia di profondità, l'occhio riesce a penetrare fino al fondo, soprattutto da Suakin fino all'estremità del golfo, avviene che essa sembra acquistare il colore delle cose che ricopre: per esempio, quando le rocce sono come spalmate di mucillaggine verde, l'acqua che scorre sopra appare di un verde ancor piú intenso di quello delle rocce stesse, e quando il fondo è coperto solo di sabbia, l'acqua sembra bianca; quando poi le rocce sono di corallo, nel senso che io ho dato a questo termine, e la mucillaggine che le circonda è rossa o rossastra, l'acqua si tinge, cioè sembra tingersi, di rosso. Poiché le rocce

di questo colore sono piú frequenti di quelle verdi o bianche, don Giovanni ne concluse che proprio per questo era stato dato al Golfo Arabico il nome di Mar Rosso piuttosto che quello di Mar Verde o Bianco; ed egli si confermò tanto piú in questa opinione, in quanto il metodo che aveva usato per accertarsene non gli lasciava adito a dubbi di sorta. Egli faceva ormeggiare una chiatta contro le rocce nei punti in cui la profondità non era tale da permettere ai vascelli di avvicinarsi; e spesso i marinai potevano eseguire i suoi ordini facilmente, senza avere l'acqua a un'altezza maggiore di quella dello stomaco, trovandosi a una distanza di piú di mezza lega dalle rocce: la maggior parte delle rocce o dei ciottoli che estraevano nei punti in cui l'acqua sembrava avere il colore rosso, erano di questo stesso colore; se l'acqua sembrava verde, le pietre erano verdi; e se l'acqua sembrava bianca, il fondo era formato da una sabbia bianca nella quale non si vedeva mescolata nessun'altra materia."

Dall'entrata nel Mar Rosso al Capo Guardafui, fino alla punta dell'Africa, cioè al Capo di Buona Speranza, l'oceano mantiene una direzione piuttosto uniforme e non forma nessun golfo di una certa importanza nell'interno della terra ferma: vi è solo una specie di infossamento a fianco di Melinda, che si potrebbe considerare parte di un grande golfo, se l'isola di Madagascar fosse unita alla terra ferma: è vero che questa isola, benché separata dall'ampio Stretto di Mozambico, sembra avere appartenuto in altri tempi al continente, infatti vi sono sabbie molto alte ed estese che si trovano nello stretto soprattutto dalla parte del Madagascar; il tratto di passaggio che resta completamente libero è ben poco. 397

Risalendo la costa occidentale dell'Africa dal Capo di Buona Speranza fino al Capo Negro, le coste sono diritte e sempre in un'unica direzione, e sembra che tutta questa lunga costa non sia altro che un susseguirsi di montagne; per lo meno è una regione alta che non produce, per un'estensione di piú di 500 leghe, nessun fiume di una certa importanza, ad eccezione di uno o due di cui si conosce solo la foce; ma oltre il Capo Negro,

la costa forma nelle terre una curva che, per tutta la sua estensione, sembra essere la regione piú bassa di tutta l'Africa, bagnata da vari fiumi i piú grandi dei quali sono il Cuanza e lo Zaira. Si contano dal Capo Negro fino al Capo Gonsalvez ventiquattro foci di fiumi tutti grandi; lo spazio fra questi due capi, seguendo le coste, è di 420 leghe. Si può pensare che
398 l'oceano sia un po' avanzato su queste terre basse dell'Africa non per il suo movimento naturale da oriente ad occidente, che sarebbe in direzione contraria a quella richiesta dall'effetto che stiamo esaminando, ma soltanto perché esso avrebbe superato e corroso, quasi senza alcuno sforzo, queste terre che erano piú basse di tutte le altre. Dal Capo Gonsalvez fino a quello delle Tre Punte, l'oceano forma un golfo molto aperto, su cui non c'è nulla di notevole da osservare se non una punta molto avanzata e posta pressappoco al centro delle coste che formano questo golfo, punta che viene chiamata Capo Formosa; vi sono anche tre isole nella parte meridionale di questo golfo, le isole di Fernando Poo, del Principe e di San Tomé, che sembrano essere la continuazione di una catena di montagne posta fra il Rio-del-Rey ed il fiume Jamoer. Dal Capo delle Tre Punte al Capo Palmas l'oceano rientra un po' nelle terre, mentre dal Capo Palmas fino al Capo Tagrín non c'è da notare nulla sulla posizione delle terre; ma dopo il Capo Tagrín l'oceano forma un piccolissimo golfo nelle terre della Sierra Leone e piú in alto un altro, ancora piú piccolo, in cui si trovano le isole Bijagos; poi si trova il Capo Verde che è molto sporgente sul mare, e sembra che le isole dallo stesso nome ne siano la continuazione, o, se si vuole, quella del Capo Bianco, che è una terra alta ancora piú sporgente e notevole del Capo Verde. Si trova poi la costa montuosa ed arida che comincia dal Capo Bianco e finisce al Capo Bojador: le Isole Canarie sembrano essere una continuazione di queste montagne; poi fra le terre del Porto-
399 gallo e dell'Africa l'oceano forma un golfo molto aperto, in mezzo al quale si trova il famoso Stretto di Gibilterra, attraverso il quale l'Oceano scorre, per scendere nel Mediterraneo, a grande

velocità. Questo mare penetra per quasi 900 leghe entro le terre ed ha molte caratteristiche importanti: innanzi tutto non partecipa sensibilmente al movimento delle maree, che si avverte solo nel Golfo di Venezia, dove le acque sono piuttosto basse; si dice che qualche piccolo movimento sia stato avvertito anche a Marsiglia e sulla costa di Tripoli. In secondo luogo nel Mar Mediterraneo vi sono isole grandi, come la Sicilia, la Sardegna, la Corsica, Cipro, Maiorca eccetera ed una delle piú grandi penisole del mondo, l'Italia; vi è anche un arcipelago, anzi è proprio da questo arcipelago del nostro Mediterraneo che gli altri raggruppamenti di isole hanno tratto questo nome, arcipelago però che a me sembra appartenere piú al Mar Nero le cui acque sovrabbondanti, che scorrono nel Mar di Marmara e al di là nel Mediterraneo, hanno forse sommerso una parte della Grecia.

So bene che alcuni hanno sostenuto che nello Stretto di Gibilterra vi fosse una doppia corrente: quella superiore porterebbe le acque dell'oceano nel Mediterraneo e quella inferiore, a quanto asseriscono, porterebbe le acque del Mediterraneo nell'oceano, ma questa opinione è evidentemente falsa e contraria alle leggi dell'idrostatica.* Si è anche detto che in molti altri punti del mare vi sono queste correnti inferiori che si dirigono in senso opposto a quelle superiori, nel Bosforo per esempio, nello Stretto del Sund eccetera e Marsigli riferisce persino esperienze che sono state fatte nel Bosforo e che provano questo fenomeno.* Ma con grande probabilità sono state esperienze mal fatte, perché è assolutamente impossibile l'esistenza di queste correnti, che sarebbe in diretta opposizione con tutte le nozioni che possediamo sul movimento delle acque; d'altra parte Greaves, nella sua *Pyramidographia*,[1] prova con diverse esperienze molto esatte, che non vi è nel Bosforo alcuna corrente inferiore la cui direzione sia opposta a quella superiore. Ciò che ha potuto ingannare Marsigli e gli altri è il fatto che nel Bosforo, come nello Stretto di Gibilterra e in tutti i fiumi dalla velocità

*400*

[1] pp. 101 e 102.

piuttosto rilevante, esiste un forte risucchio lungo le coste, la cui direzione è in genere diversa e talvolta contraria a quella della corrente principale delle acque.

Percorriamo ora tutte le coste del Continente Nuovo e cominciamo dalla punta del Capo Hold-with-Hope, situata al 73° grado di latitudine nord: è il punto piú settentrionale che si conosca nella nuova Groenlandia ed è lontano dal Capo Nord della Lapponia solo di circa 160 o 180 leghe; da questo capo si può seguire la costa della Groenlandia fino al circolo polare dove l'oceano forma un largo stretto fra l'Islanda e la Groenlandia. Si sostiene che questo paese vicino all'Islanda sia l'antica Groenlandia che i Danesi possedevano in altri tempi quale provincia dipendente dal loro regno; in essa si trovavano popoli civili e cristiani, vescovi, chiese, città importanti per il loro commercio; i Danesi vi andavano cosí spesso e cosí facilmente come gli Spagnoli potrebbero andare alle Canarie; esistono ancora, a quanto si afferma, titoli ed ordinanze per gli affari di questo paese e tutto ciò non risale a un tempo molto antico. Ma, senza che si riesca ad indovinare come mai e perché, questo paese è andato completamente perduto e non si trova nella nuova Groenlandia nessun segno di tutto ciò che abbiamo riferito: le popolazioni sono selvagge, non vi è nessuna traccia di costruzioni, non una parola della loro lingua che rassomigli alla lingua danese e infine nulla che possa far ritenere che questo sia lo stesso paese; esso è anche quasi completamente deserto e per la maggior parte dell'anno circondato dai ghiacci. Ma poiché queste terre hanno una vastissima estensione e le coste sono state pochissimo frequentate dai navigatori moderni, può darsi che essi non abbiano incontrato il luogo in cui abitano i discendenti di queste popolazioni civili, oppure può darsi che i ghiacci, diventati piú abbondanti in questo mare, impediscano oggi di approdare in questa regione che tuttavia, a giudicare dalle carte, è stata tutta costeggiata ed è completamente conosciuta: essa forma una grande penisola all'estremità della quale si trovano i due stretti di Frobisher e l'isola di

*401*

Frisland in cui fa un freddo estremo, quantunque si sia solo all'altezza delle Orcadi, cioè a 60 gradi.

Fra la costa occidentale della Groenlandia e quella del Labrador, l'oceano forma un golfo e poi un grande mare interno, il piú freddo di tutti, le cui coste non sono ancora ben conosciute; costeggiando questo golfo che va diritto verso nord, si trova l'ampio Stretto di Davis, che porta al Mar Cristiano terminante con la Baia di Baffin; questa baia forma un cul di sacco da cui sembra non si possa uscire senza cadere in un altro cul di sacco, la Baia di Hudson. Lo Stretto di Cumberland che può portare, come quello di Davis, al Mar Cristiano, è meno ampio e piú soggetto ad essere ghiacciato; quello di Hudson, benché molto piú meridionale, è anch'esso ghiacciato per una parte dell'anno. In questi stretti e in questi mari interni si è notato un moto di flusso e riflusso fortissimo, contrariamente a quello che avviene nei mari interni dell'Europa, sia nel Mediterraneo che nel Baltico, in cui le maree non si avvertono affatto, fenomeno che si deve far risalire solo alla diversità del movimento del mare che, effettuandosi sempre da oriente ad occidente, determina grandi maree negli stretti che si oppongono a questa direzione del movimento delle acque, cioè negli stretti le cui aperture sono rivolte verso oriente, mentre negli stretti dell'Europa che presentano la loro apertura ad occidente non si nota nessun movimento: l'oceano a causa del suo generale movimento entra nei primi e si ritrae dai secondi, ed è per questa stessa ragione che vi sono violente maree nei mari della Cina, della Corea, della Camciatca. 402

Scendendo dallo Stretto di Hudson verso la terra del Labrador, si incontra un'apertura poco ampia entro la quale Davis, nel 1586, risalí per 30 leghe e ingaggiò un piccolo commercio con gli abitanti; ma nessun altro, che io sappia, ha poi tentato la scoperta di questo braccio di mare. Delle terre vicine si conosce solo quella degli Esquimesi: il forte Pontchartrain è l'unico luogo abitato e il piú settentrionale di tutta questa regione, che è separata dall'isola di Terranova solo dal piccolo Stretto di 403

Belle-Isle non molto frequentato; e poiché la costa orientale della Terranova è nella stessa direzione della costa del Labrador, si deve considerare l'isola di Terranova parte del continente, come l'Isola Reale sembra far parte del continente dell'Acadia. Il grande banco e tutti gli altri, su cui si pesca il merluzzo, non sono bassifondi come si potrebbe credere: essi si trovano a una notevole profondità sotto l'acqua e determinano in questi punti correnti violentissime. Fra il Capo Bretone e Terranova vi è uno stretto assai ampio attraverso il quale si entra in un piccolo mare mediterraneo che prende il nome di Golfo di San Lorenzo; questo piccolo mare ha un braccio che si snoda per un assai lungo tratto fra le terre e che non sembra essere altro che la foce del fiume San Lorenzo; il moto delle maree è qui molto accentuato, cosí come a Québec, situata piú all'interno, dove le acque si alzano di vari piedi. Uscendo dal golfo del Canadà e seguendo la costa dell'Acadia, si trova un piccolo golfo chiamato la Baia di Boston, che forma un piccolo affossamento quadrato nelle terre. Ma prima di seguire piú oltre questa costa, è opportuno osservare che, dopo l'isola di Terranova fino alle 404 Antille piú inoltrate nel mare, quali Barbados e Antigua e addirittura fino alle isole della Guayana, l'oceano forma un grandissimo golfo che ha piú di 500 leghe di profondità, arrivando fino alla Florida. Questo golfo del Continente Nuovo è simile a quello dell'Antico di cui abbiamo parlato; e come nel continente orientale l'oceano, dopo aver formato un golfo fra le terre della Camciatca e della Nuova Bretagna, si allarga poi in un vasto mare interno, che comprende il Mare di Camciatca, quello di Corea, quello di Cina eccetera, nel Continente Nuovo l'oceano, dopo aver formato un grande golfo fra l'isola di Terranova e la Guayana, si allarga in un grandissimo mare interno che va dalle Antille fino al Messico. Fatto che conferma quanto abbiamo detto sugli effetti del movimento dell'oceano da oriente ad occidente, perché sembra che l'oceano si sia impadronito di tanto terreno sulle coste orientali dell'America, quanto può averne occupato sulle coste orientali dell'Asia; questi due

grandi golfi o insenature, che l'oceano ha formato in ambedue i continenti, si trovano sotto lo stesso grado di latitudine ed hanno quasi la stessa estensione, constatazione che induce a stabilire rapporti o strane coincidenze che sembrano provenire dalla stessa causa.

Se si osserva la posizione delle Antille, a cominciare dall'isola della Trinità che è la piú meridionale, non si potrà dubitare che essa, l'isola di Tobago, di Grenada, le isole Grenadine, San Vincenzo, la Martinica, Maria Galante, Desiderata, Antigua, *405* Barbuda, insieme a tutte le altre che le accompagnano, non formino una catena di montagne la cui direzione va da sud a nord, direzione che hanno anche l'isola di Terranova e la regione degli Esquimesi. Piú oltre, la direzione di queste isole Antille va da est ad ovest a partire dall'isola di Barbuda, passando poi per San Bartolomeo, Porto Rico, San Domingo e Cuba, direzione simile a quella che hanno le terre del Capo Breton, dell'Acadia, della Nuova Inghilterra; tutte queste isole sono cosí vicine fra loro, da poter venire considerate come una striscia di terra ininterrotta e come le parti piú alte di un terreno sommerso; per la maggior parte infatti non sono altro che cime di montagne ed il mare che è al di là è un vero mare interno, in cui il moto della marea non si avverte piú che nel nostro Mediterraneo, benché le aperture che queste isole presentano all'oceano siano direttamente opposte al movimento delle acque da oriente ad occidente, fatto che dovrebbe contribuire a rendere questo moto sensibile nel Golfo del Messico; ma poiché questo mare interno è molto largo, il movimento del flusso e del riflusso che gli viene comunicato dall'oceano, diffondendosi in un cosí grande spazio, perde gran parte della sua forza fin quasi ad annullarsi sulle coste della Luisiana e in vari altri punti.

Sembra dunque che il Continente Antico e quello Nuovo abbiano ambedue avuto le terre erose dal mare alla stessa altezza e alla stessa profondità; ambedue hanno poi un vasto mare *406* mediterraneo e una grande quantità di isole anche queste pres-

sappoco situate alla stessa altezza: la sola differenza è che nel Continente Antico, molto piú largo del Nuovo, si trova ad ovest un mare interno occidentale che non c'è nel Nuovo; ma tutto quello che è avvenuto sulle coste orientali del Mondo Antico sembra essere avvenuto anche su quelle orientali del Nuovo, e all'incirca nella loro parte centrale, alla stessa altezza, sembra essersi avuta la piú grande distruzione delle terre: effettivamente, proprio in questo punto centrale e vicino all'equatore, si verifica il piú grande moto dell'oceano.

Le coste della Guayana, comprese fra la foce dell'Orenoco e quella del Rio delle Amazzoni, non offrono nulla di notevole; ma questo fiume, il piú largo della terra, si allarga notevolmente presso Gurupa, prima di arrivare al mare attraverso due foci differenti che delimitano l'isola di Caviana. Dalla foce del Rio delle Amazzoni fino al Capo San Rocco, la costa prosegue quasi diritta da ovest ad est; dal Capo San Rocco al Capo Sant'Agostino va da nord a sud e dal Capo Sant'Agostino fino alla baia di Tutti i Santi piega verso ovest; di modo che questa parte del Brasile si spinge molto in avanti sul mare, dirimpetto a una sporgenza del tutto simile formata dall'Africa in senso opposto. La Baia di Tutti i Santi è un piccolo braccio dell'oceano 407 che si inoltra in profondità nelle terre per quasi 50 leghe ed è molto frequentata dai navigatori. Da questa baia fino al Capo San Tommaso la costa va diritta da nord a sud e poi in direzione sud-ovest fino alla foce del fiume La Plata, dove il mare forma un piccolo braccio che risale per quasi 100 leghe nell'interno. Di là fino all'estremità dell'America l'oceano sembra formare un grande golfo che termina con le regioni vicine alla Terra del Fuoco, cioè con l'isola Falkland, le terre del Capo dell'Assunzione, l'isola Beau-chêne e le terre che formano lo Stretto della Roche, scoperto nel 1671: in fondo a questo golfo si trova lo Stretto di Magellano, il piú lungo di tutti gli stretti, in cui le maree si fanno enormemente sentire; piú oltre vi è quello del Le Maire piú breve e piú agevole ed infine il Capo Horn, che è la punta del continente dell'America Meridionale.

Si deve notare, a proposito di queste punte formate dai continenti, che esse sono tutte poste alla stessa maniera; guardano tutte a mezzogiorno e la maggior parte sono tagliate da stretti che vanno da oriente ad occidente: la prima è quella dell'America Meridionale che guarda il mezzogiorno o polo australe, ed è tagliata dallo Stretto di Magellano; la seconda è quella della Groenlandia che guarda anch'essa direttamente il mezzogiorno, ugualmente tagliata da est a ovest dagli Stretti di Frobisher; la terza è quella dell'Africa, anch'essa rivolta a sud e avente, oltre il Capo di Buona Speranza, banchi e bassifondi che sembrano esserne stati separati; la quarta è la punta della penisola dell'India, tagliata da uno stretto che forma l'isola di Ceylon, volta anch'essa a mezzogiorno come tutte le altre. Fin qui non scorgiamo ragioni che ci spieghino questo fatto singolare: perché cioè le punte di tutte le grandi penisole siano volte a mezzogiorno e siano quasi tutte tagliate alle loro estremità da stretti.

408

Risalendo dalla Terra del Fuoco lungo tutte le coste occidentali dell'America Meridionale, l'oceano si interna assai in queste regioni e la costa sembra seguire esattamente la direzione delle alte montagne che traversano da mezzogiorno al nord tutta l'America Meridionale, dall'equatore fino alla Terra del Fuoco. Vicino all'equatore l'oceano forma un golfo assai considerevole, che comincia col Capo San Francesco e si estende fino a Panama, dove si trova il famoso istmo che, come quello di Suez, impedisce la comunicazione dei due mari: senza questi istmi vi sarebbe una netta separazione in due parti del Continente Antico e del Nuovo. Di qui, fino alla California, non si nota niente di interessante. La California è una penisola molto lunga fra le cui coste e quelle del Nuovo Messico l'oceano forma un braccio che si chiama il Mare Vermiglio,* esteso in lunghezza piú di 200 leghe. Si risalgono infine le coste occidentali della California fino al 43° grado; a questa latitudine Drake, che per primo scoprí la terra a nord della California, da lui chiamata Nuova Albione, fu costretto, dal rigore del freddo, a cambiar rotta e ad arrestarsi in una piccola baia che porta il suo nome,

409 di modo che, oltre il 43° o 44° grado, i mari in queste zone sono rimasti sconosciuti come le terre dell'America Settentrionale, i cui ultimi popoli conosciuti sono i Moozemleki sotto il 48° grado e gli Assiniboini sotto il 51°, i primi dei quali sono molto piú spostati verso ovest dei secondi. Tutto ciò che è oltre, sia terra che mare, per un'estensione di piú di 1000 leghe in lunghezza ed altrettante in larghezza, è sconosciuto, a meno che nelle ultime navigazioni i Moscoviti non abbiano conosciuto, come hanno annunciato, una parte di queste regioni partendo dalla Camciatca, che è la terra piú vicina alla costa orientale.

L'oceano circonda dunque tutta la terra senza soluzione di continuità e si può fare il giro del globo passando per la punta dell'America Meridionale; ma non si sa ancora se l'oceano circondi ugualmente la parte settentrionale del globo e tutti i navigatori che hanno cercato di andare dall'Europa alla Cina dal nord-est o dal nord-ovest, hanno dovuto desistere dalle loro imprese.

I laghi differiscono dai mari interni perché non prendono affatto la loro acqua dall'oceano, anzi se hanno qualche comunicazione coi mari, forniscono loro acqua: cosí il Mar Nero, che alcuni geografi hanno considerato una continuazione del Mar Mediterraneo e conseguentemente un'appendice dell'oceano, non è che un lago perché, invece di prendere le sue acque dal Mediterraneo, gliele fornisce scorrendo velocemente attraverso il Bosforo nel lago chiamato Mar di Marmara e di là, attraverso
410 lo stretto dei Dardanelli, nel Mare di Grecia. Il Mar Nero misura all'incirca 250 leghe di lunghezza su 100 di larghezza e riceve un gran numero di fiumi i piú importanti dei quali sono il Danubio, il Dnepr, il Don, il Bug, il Donetz eccetera. Il Don, che si riunisce al Donetz, forma, prima di arrivare al Mar Nero, un lago o palude molto grande chiamata Palude Meotide, che si estende per piú di 100 leghe in lunghezza, e 20 o 25 in larghezza. Il Mar di Marmara, che si trova sotto al Mar Nero, è un lago piú piccolo della Palude Meotide

e non misura che 50 leghe circa di lunghezza e 8 o 9 di larghezza.

Alcuni antichi, e fra gli altri Diodoro Siculo, hanno scritto che il Ponto Eusino o Mar Nero non era, in altri tempi, che un grande fiume o un grande lago senza nessuna comunicazione col Mare della Grecia, ma, aumentato notevolmente col passar del tempo, dalle acque dei fiumi che vi si gettavano, si era infine aperto un passaggio prima dalla parte delle isole Cianee, poi dalla parte dell'Ellesponto. Questa ipotesi mi sembra abbastanza verosimile ed è anche facile spiegare il fenomeno; infatti, supponendo che in altri tempi il fondo del Mar Nero sia stato piú basso di quanto non lo sia oggi, si vede bene come i fiumi che vi si gettano possano averlo sollevato col limo e con le sabbie che essi trascinano, e come di conseguenza possa essere avvenuto che la superficie di questo mare si sia sollevata tanto da permettere all'acqua di uscire; e poiché i fiumi continuano a portare sempre sabbia e terre e nello stesso tempo la quantità *411* di acqua diminuisce nei fiumi in proporzione alla diminuzione delle montagne da cui esse traggono le loro sorgenti, può accadere che, col passare di molti secoli, il Bosforo si riempia; ma poiché questi effetti dipendono da molteplici cause, non è possibile offrire su tali argomenti qualcosa di piú che semplici congetture. Basandosi su questa testimonianza degli antichi il Tournefort dice, nel suo Viaggio nel Levante, che il Mar Nero, ricevendo le acque di una gran parte d'Europa e d'Asia, dopo essere considerevolmente aumentato, si sarebbe aperto una strada attraverso il Bosforo, per venire poi a formare il Mediterraneo o ad aumentarlo tanto da farlo diventare, da un lago quale era in altri tempi, un grande mare che si sarebbe a sua volta aperto da sé un passaggio attraverso lo Stretto di Gibilterra: probabilmente, sempre secondo il Tournefort, proprio allora l'isola di Atlantide, di cui parla Platone, sarebbe stata sommersa. Questa opinione però non regge, dal momento che non vi è nessun dubbio che siano le acque dell'oceano a passare nel Mediterraneo e non il Mediterraneo a passare nell'oceano; né il Tourne-

fort è riuscito a far combinare due fatti essenziali, tutti e due, d'altra parte, da lui riferiti: il primo che il Mar Nero riceva nove o dieci fiumi, di cui non c'è uno che gli fornisca piú acqua di quanta il Bosforo non ne lasci uscire; il secondo che il Mar Mediterraneo non riceva piú acqua del Mar Nero, dai fiumi; nonostante ciò, esso è sette od otto volte piú grande e l'acqua che il Bosforo gli fornisce non costituisce che la decima parte di quella che il Mar Nero riceve. Come può pretendere che questa decima parte dell'acqua che viene a gettarsi in un piccolo mare, ne abbia non soltanto formato uno grande, ma abbia anche aumentato tanto la quantità delle sue acque da farle riversare oltre lo stretto, perché andassero poi a sommergere un'isola piú grande dell'intera Europa? È facile accorgersi che questa parte delle osservazioni del Tournefort non è stata ponderata a sufficienza. Il Mediterraneo trae invece dall'oceano una quantità di acque per lo meno dieci volte superiori a quella che prende dal Mar Nero, perché, mentre il punto piú stretto del Bosforo è largo piú di 800 passi, quello di Gibilterra lo è piú di 5000 e supponendo in ambedue gli stretti un'eguale velocità, si deve aggiungere che quello di Gibilterra ha un'assai maggiore profondità.

412

Il Tournefort, che mette in ridicolo Polibio per la sua opinione, da lui definita falsa predizione, secondo la quale in futuro il Bosforo si riempirà, non ha prestato sufficiente attenzione alle circostanze che accompagnano questo fatto, per pronunciarsi sulla sua impossibilità. Questo mare, che riceve otto o dieci grandi fiumi la maggior parte dei quali trascina molta terra, molta sabbia e limo, non si riempie a poco a poco? I venti e la corrente naturale delle acque verso il Bosforo, non devono trasportarvi una parte di queste terre trascinate dai fiumi? È dunque invece molto probabile che col passar del tempo il Bosforo si riempirà, quando i fiumi che si gettano nel Mar Nero, saranno molto diminuiti: la diminuzione dei fiumi avviene infatti di giorno in giorno, perché tutti i giorni le montagne si abbassano, e se sono i vapori che si fermano intorno

413

alle montagne ad essere le prime sorgenti dei fiumi, la loro grandezza e la loro quantità di acqua dipendono dalla quantità di questi vapori che non possono non diminuire via via che le montagne si abbassano.

Questo mare riceve in verità dai fiumi piú acqua di quanta ne riceva il Mediterraneo ed ecco ciò che ne dice lo stesso autore: "Tutti sanno che le piú grandi quantità di acqua dell'Europa vanno a finire nel Mar Nero attraverso il Danubio, nel quale sboccano i fiumi della Svevia, della Franconia, della Baviera, dell'Austria, dell'Ungheria, della Moravia, della Carinzia, della Croazia, della Bosnia, della Serbia, della Transilvania, della Valacchia; quelli della Russia Nera e della Podolia si gettano nello stesso mare attraverso il Dnestr; quelli delle regioni meridionali e orientali della Polonia, della Moscovia settentrionale, e della regione dei Cosacchi, vi entrano attraverso il Dnepr o Boristene; il Tanai e il Copa giungono anch'essi nel Mar Nero attraverso il Bosforo cimmerico; i fiumi della Mingrelia, di cui il Fase è il piú importante, si vengono a gettare anch'essi nel Mar Nero, cosí il Casalmac, il Sangaris e gli altri fiumi dell'Asia minore che hanno i loro corsi in direzione nord; tuttavia il Bosforo di Tracia non è paragonabile a nessuno di questi grandi fiumi." [1]

Tutto ciò prova che l'evaporazione basta a togliere una quantità d'acqua molto grande e proprio a causa di questa grande evaporazione del Mediterraneo, le acque dell'oceano scorrono continuamente attraverso lo Stretto di Gibilterra per alimentarlo. È molto difficile riuscire a calcolare la quantità di acqua che un mare riceve: bisognerebbe conoscere la larghezza, la profondità e la velocità di tutti i fiumi che vi si gettano, sapere quanto essi aumentino e diminuiscano nelle differenti stagioni dell'anno; e, quand'anche si fosse in possesso di queste nozioni, resterebbe ancora da conoscere la cosa piú importante e difficile, cioè la quantità di acqua che questo mare perde attraverso l'evaporazione; infatti anche supponendola proporzionale alle super-

414

[1] Vedi il Viaggio nel Levante di TOURNEFORT, vol. 2, p. 123.

fici, si sa che in un paese caldo, essa deve essere maggiore che non in uno freddo; d'altra parte l'acqua mescolata al sale e al bitume evapora piú lentamente dell'acqua dolce, un mare agitato piú rapidamente di uno calmo, ed anche la diversità di profondità vi ha la sua influenza; cosí che entrano tanti elementi in questa teoria dell'evaporazione, che è impossibile riuscire a dare valutazioni esatte.

L'acqua del Mar Nero sembra meno chiara ed è molto meno salata di quella dell'oceano. Non si trova una sola isola in tutta la sua estensione; le tempeste vi si scatenano violentissime e piú pericolose che sull'oceano, perché tutte le acque contenute in un bacino privo, per cosí dire, di sfogo, quando sono agitate, hanno una specie di movimento a vortice, che spinge i vascelli da tutte le parti con una insostenibile violenza.[1]

*415* Dopo il Mar Nero, il piú grande lago del mondo è il Mar Caspio che si estende da sud a nord per una lunghezza di circa 300 leghe e che non arriva quasi ad avere neppure una larghezza media di 50 leghe. Questo lago riceve uno dei piú grandi fiumi del mondo, il Volga, e qualche altro fiume importante, come il Kur, il Faie, il Gempo, ma ha la particolarità di non riceverne nessuno per tutte le 300 leghe del suo lato orientale. La regione che lo circonda da questa parte è un deserto di sabbia che nessuno aveva conosciuto fino a questi ultimi tempi. Avendo lo zar Pietro I inviato degli ingegneri perché rilevassero la carta del Mar Caspio, si è scoperto che la sua forma era del tutto diversa da quella che riportavano le carte geografiche: lo si disegnava rotondo, mentre è molto lungo e abbastanza stretto; non si conoscevano dunque affatto né le coste orientali di questo mare, né la regione adiacente ad esse, si ignorava persino l'esistenza del Lago d'Aral che ne dista in direzione est circa 100 leghe; o, se si conosceva qualche tratto delle coste del Lago d'Aral, si credeva che facesse parte del Mar Caspio, di modo che, prima delle scoperte dello zar, vi era in questa zona un tratto di piú di 300 leghe di lunghezza su 100 o 150

[1] Vedi i Viaggi di CHARDIN, p. 142.

di larghezza che non era ancora stato conosciuto.* Il Lago di Aral ha una figura piú o meno oblunga ed arriverà forse ad avere 90 o 100 leghe nel punto in cui raggiunge la sua massima lunghezza e 50 o 60 di larghezza; esso riceve due fiumi molto importanti, il Sir Daria e l'Oxus** e le sue acque non hanno alcuna via di uscita come quelle del Caspio; e come il Caspio non riceve nessun fiume dal lato orientale, il Lago d'Aral non ne riceve nessuno da quello occidentale per cui si può presumere che in altri tempi questi due laghi ne formassero uno solo e che, diminuiti i fiumi a poco a poco, dopo avervi trascinata una grandissima quantità di sabbia e di limo, tutta la regione che li separa sia stata formata da queste sabbie. Vi sono nel Mar Caspio alcune piccole isole e le sue acque sono molto meno salate di quelle dell'oceano; le tempeste sono anche qui molto pericolose, e per la sua navigazione non si usano i grandi bastimenti, perché è poco profondo e seminato di banchi e di scogli al di sotto della superficie delle acque. Ecco che cosa ne dice Pietro della Valle:[1] "I piú grandi vascelli che si vedono sul Mar Caspio, lungo le coste della provincia di Mazande in Persia, dove sorge la città di Ferhabad, benché vengano chiamati navigli, mi sembrano piú piccoli delle nostre tartane; hanno i fianchi molto alti, affondano poco nelle acque ed il loro fondo è piatto; gli abitanti del luogo dànno questa forma ai loro vascelli non soltanto perché il Mar Caspio non è profondo alla rada e sulle coste, ma anche perché è pieno di banchi di sabbia e le sue acque sono basse in vari punti: se i vascelli non venissero costruiti cosí, non sarebbe possibile servirsene in questo mare. Indubbiamente io mi meravigliai, e mi sembra con una buona dose di ragione, perché a Ferhabad pescavano soltanto i salmoni che si trovano alla foce del fiume, certi storioni in cattive condizioni ed anche varie altre specie di pesci d'acqua dolce che non valgono niente; e poiché ne attribuivo la causa alla loro scarsa conoscenza dell'arte della navigazione e della pesca o al timore che potevano avere di perdersi, se andavano a pe-

416

417

[1] vol. 3, p. 235.

scare in alto mare (so infatti che i Persiani non posseggono nessuna abilità come uomini di mare, e non si intendono quasi affatto di navigazione), il Kan d'Esterabad, che risiedeva in quel porto di mare e che, di conseguenza, data la sua esperienza, conosceva le varie ragioni di tutto ciò, me ne disse una, e cioè che le acque sono cosí basse a 20 o 30 miglia dalla costa, che è impossibile gettarvi delle reti che arrivino al fondo e farvi una pesca che frutti come quella che raccolgono le nostre tartane; è per questa ragione che viene data ai loro vascelli la forma che vi ho sopra descritto, e non viene caricato nessun pezzo di cannone su di essi dato che si trovano ben pochi corsari e pirati a scorazzare in questo mare."

Struys, il padre Avril ed altri viaggiatori hanno sostenuto che vi siano, nelle vicinanze di Kila, due abissi in cui le acque del Mar Caspio vengono inghiottite, per raggiungere poi, attraverso canali sotterranei, il Golfo Persico; De Fer ed altri geografi hanno anche segnato sulle loro carte questi abissi, che tuttavia non esistono, come hanno potuto accertare le persone colà inviate dallo zar.[1] Il fenomeno delle foglie di salice che si vedono in grande quantità nel Golfo Persico, provenienti a parere di alcuni dal Mar Caspio, dato che non vi sono salici sul Golfo Persico, è probabilmente, essendo sostenuto dagli stessi autori, tanto poco vero quanto il fatto dei pretesi abissi: Gemelli Careri, insieme ai Moscoviti, assicura che questi abissi sono assolutamente immaginari. In effetti se si paragona l'estensione del Mar Caspio con quella del Mar Nero, si troverà che la prima è di circa un terzo piú piccola della seconda, che il Mar Nero riceve molta piú acqua del Mar Caspio, che, di conseguenza, l'evaporazione basta a togliere a questi due laghi tutta l'acqua che vi arriva, e che non è necessario immaginare che proprio il Mar Caspio abbia questi due abissi invece del Mar Nero.*

Vi sono laghi che, quasi fossero stagni, non ricevono nessun fiume né da essi ne esce alcuno; ve ne sono altri che ne ricevono

418

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, anno 1721.

e che ne lasciano uscire e infine altri che ne ricevono soltanto.* Il Mar Caspio e il Lago di Aral sono di questa ultima specie: essi ricevono le acque di svariati fiumi, trattenendole tutte; il Mar Morto, per esempio, riceve il Giordano senza che poi lasci uscire alcun fiume. Nell'Asia Minore vi è un piccolo lago della stessa specie, che riceve le acque di un fiume, la cui sorgente è vicina a Cogni, e che, come i precedenti, non ha altro mezzo di liberarsi delle acque che riceve, all'infuori dell'evaporazione; ve n'è un altro molto piú grande in Persia, sulle cui rive sorge la città di Marago, ha forma ovale ed è lungo circa 10 o 12 leghe e largo 6 o 7: vi si getta il fiume Tauris, che non è molto grande. Un lago simile, piccolo, si trova anche in Grecia a 12 o 15 leghe da Lepanto. Questi sono gli unici laghi del genere che si conoscono in Asia; in Europa non ve n'è neanche uno che sia appena considerevole. In Africa ve ne sono molti, ma tutti abbastanza piccoli, come il lago che riceve il fiume Ghir, quello nel quale va a finire lo Zez, l'altro che riceve il Touguedout, e quello in cui va a sboccare il Tafilet. Questi quattro laghi sono assai vicini gli uni agli altri e sono posti verso i confini della Barberia vicino al deserto del Sahara; ve n'è un altro, nella regione di Kovar, che riceve il fiume della regione di Berdoa. Nell'America Settentrionale, in cui vi sono piú laghi che in qualsiasi altro paese del mondo, non se ne conosce nemmeno uno di questa specie, a meno che non si vogliano considerare tali due piccoli raggruppamenti di acqua formati da alcuni piccoli fiumiciattoli, uno vicino a Guatimapo e l'altro a qualche lega da Realnuevo, tutti e due nel Messico; ma nell'America Meridionale, precisamente nel Perú, vi sono due laghi, uno dietro l'altro (uno dei due, il Titicaca, è molto grande) che ricevono un fiume, la cui sorgente non è lontana da Cusco, ma da essi non ne esce nessun altro; ve ne è uno piú piccolo nel Tucumán, che riceve il Salta, e un altro un po' piú grande nella stessa regione, che riceve il Santiago e ancora altri tre o quattro fra il Tucumán e il Cile.

*419*

I laghi da cui non esce alcun fiume e che non ne ricevono

*420*

nessuno, sono in maggior numero di quelli di cui ho finora parlato; questi laghi non sono altro che specie di stagni in cui si riuniscono le acque piovane, oppure sono formati da acque sotterranee che escono zampillando come fontane, in luoghi bassi, da dove poi non riescono a trovare una via di scolo; anche i fiumi che straripano possono lasciare nelle terre acque stagnanti, che si conservano per un lungo periodo di tempo e si rinnovano solo al ripetersi delle inondazioni; il mare in preda a violente tempeste ha potuto talvolta inondare certe terre e formarvi dei laghi salati come quello di Harlem e vari altri in Olanda, ai quali non sembra possibile dare un'altra origine; può anche darsi che il mare, abbandonando col suo moto naturale certe zone, abbia lasciato acque nei punti piú bassi, dove si saranno formati dei laghi, mantenuti poi dalle acque piovane. Vi sono in Europa vari piccoli laghi di questa specie, per esempio in Irlanda, nello Jutland, in Italia, nel paese dei Grigioni, in Polonia, in Moscovia, in Finlandia, in Grecia, ma sono tutti di scarsa estensione. In Asia ve ne è uno vicino all'Eufrate nel deserto dell'Iraq, che ha piú di 15 leghe di lunghezza, un altro in Persia, che ha pressappoco la stessa estensione e sul quale sorgono le città di Kelat, Tetuan, Vastan e Van; ve ne è un altro piccolo nel Corassan vicino a Ferrior, un altro, sempre piccolo, nella Tartaria indipendente, chiamato Lago Levi, 421 due altri nella Tartaria moscovita, un altro in Cocincina, ed infine uno in Cina che è abbastanza grande e che non è molto lontano da Nanchino; questo lago però comunica col mare vicino attraverso un canale lungo qualche lega. In Africa vi è un piccolo lago di questa specie nel regno del Marocco, un altro vicino ad Alessandria, che sembra sia stato lasciato dal mare; un altro abbastanza grande, formato dalle acque piovane nel deserto di Azarad, quasi sotto il 30° grado di latitudine, lungo 8 o 10 leghe; un altro ancora piú grande sul quale sorge la città di Gaoga sotto il 27° grado; un altro, ma molto piú piccolo, vicino alla città di Kanum sotto il 30° grado; un altro vicino alla foce del fiume Gambia; molti altri nel Congo a 2 o 3 gradi

di latitudine sud; due altri nella regione dei Cafri, uno chiamato Lago Rufumbo, di media grandezza, e l'altro nella provincia d'Arbuta, che è forse il piú grande lago fra quelli di questa specie, perché è lungo circa 25 leghe e largo 7 o 8; vi è uno di questi laghi anche nel Madagascar vicino alla costa orientale, piú o meno sotto il 29° grado di latitudine sud.

In America, al centro della penisola della Florida, vi è uno di questi laghi in mezzo al quale sorge un'isola chiamata Serrope; anche il lago della città del Messico è di questa specie, quasi rotondo, esso ha circa 10 leghe di diametro; ve ne è un altro ancora piú grande nella Nuova Spagna, pressappoco a 25 leghe di distanza dalla costa della baia di Campeche e un altro piú piccolo nella stessa regione vicino alle coste del Mare del Sud. Alcuni viaggiatori hanno sostenuto che, all'interno della Guayana, vi fosse un grandissimo lago di questa specie, l'hanno chiamato Lago d'Oro o Lago Parima ed hanno raccontato meraviglie sulla ricchezza delle regioni vicine e sull'abbondanza di pagliuzze d'oro che si troverebbero nelle sue acque; essi gli dànno un'estensione di piú di 400 leghe in lunghezza e piú di 125 in larghezza; non ne esce, né vi entra nessun fiume, a sentir loro: benché alcuni geografi l'abbiano segnato sulle loro carte, non è certo che esista, ed ancor meno se esista come essi lo descrivono.*

*422*

Ma i laghi piú comuni, ed in genere piú grandi, sono quelli che, dopo aver ricevuto un fiume o diversi piccoli fiumi, ne dànno, a loro volta, origine ad altri grandi: poiché il numero di questi laghi è molto alto, parlerò soltanto dei piú importanti o di quelli che posseggono qualche interessante particolarità. Cominciando dall'Europa, abbiamo in Svizzera il Lago di Ginevra, quello di Costanza, eccetera; in Ungheria quello di Balaton; in Livonia uno piuttosto grande che separa le regioni di questa provincia da quelle della Moscovia; in Finlandia quello di Lapwert che è molto lungo e si divide in piú bracci, il Lago Ula dalla forma rotonda; in Moscovia il Lago Ladoga lungo piú di 25 leghe su 12 di larghezza, il Lago Onega altrettanto

lungo, ma meno largo, il Lago Ilmen, quello di Belozero da dove esce una delle sorgenti del Volga, l'Ivan-Osero, da cui esce una delle sorgenti del Don; due altri laghi da cui la Vitzogda prende la sua origine; in Lapponia il lago da cui esce il fiume Kemi, un altro molto piú grande che non è lontano dalla costa di Wardhus, molti altri dai quali nascono i fiumi Lulea, Pithea, Umea, nessuno molto importante; in Norvegia vi sono due altri laghi pressappoco grandi come quelli della Lapponia; in Svezia il Lago Vänern grande come il Lago Mälaren, sul quale sorge Stoccolma e due altri laghi meno grandi, uno vicino a Elvedal, l'altro a Lincopin.

*423*

Nella Siberia e nella Tartaria moscovita e indipendente, vi è un gran numero di questi laghi: i principali sono il grande Lago Baraba lungo piú di 100 leghe, le cui acque vanno a gettarsi nell'Irtis; il grande Lago Estraguel che si trova alla sorgente dello stesso fiume Irtis; vari altri meno grandi alla sorgente dello Jenisca; il grande Lago Kita alla sorgente dell'Oby; un altro grande lago alla sorgente dell'Angara; il Lago Baikal che ha piú di 70 leghe di lunghezza, formato dallo stesso fiume Angara; il lago Pehu da cui esce il fiume Urack, eccetera. In Cina e nella Tartaria cinese il Lago Dalai da cui nasce il grande fiume Argus che va a cadere nell'Amur; il lago delle Tre Montagne da cui nasce il fiume Helum che va anch'esso a gettarsi nell'Amur; i laghi Cinhal, Cokmor e Sorama che sono le sorgenti del fiume Hoang-ho; due altri grandi laghi vicini al fiume di Nankino, eccetera; nel Tonchino il Lago Guadag che è grande; nell'India il Lago Ciamat da cui nasce il fiume Laquia e che si trova vicino alle sorgenti dell'Ava, del Longenu eccetera: questo lago è largo piú di 40 leghe e lungo 50; un altro si trova alle sorgenti del Gange, un altro ancora nei pressi del Kashmir vicino ad una delle sorgenti dell'Indo eccetera.

*424*

In Africa c'è il Lago Cayar e due o tre altri che sono vicini alla foce del Senegal, il Lago Guarda e il Sigismes formanti ambedue uno stesso lago di forma quasi triangolare, lungo piú di 100 leghe e largo 75, contenente una grande isola; è in questo

lago che il Niger perde il suo nome, e dopo averlo attraversato ne riesce con quello di Senegal; lungo il suo percorso, risalendo verso la sua sorgente, si trova un altro grande lago chiamato Bournou, in cui il Niger lascia una volta ancora il suo nome se il fiume che vi arriva porta il nome di Gambaru o Gombarow. In Etiopia, alle sorgenti del Nilo, vi è il gran Lago Gambea lungo piú di 50 leghe; vi sono anche vari laghi sulla costa della Guinea, che sembrano essere stati formati dal mare; ma in tutto il resto dell'Africa non ve ne sono che pochi altri di una certa grandezza.

L'America Settentrionale è la regione dei laghi: i piú grandi sono il Lago Superiore con 125 leghe di lunghezza e 50 di larghezza; il Lago Huron lungo circa 100 leghe e largo 40; il Lago Illinois* che, se vi si comprende la Baia di Puants, ha la stessa estensione di quello di Huron; il Lago Erie e il Lago Ontario che sono tutti e due lunghi piú di 80 leghe su 20 o 25 di larghezza; il Lago Mistassini a nord di Québec con una lunghezza di circa 50 leghe; il Lago Champlain a mezzogiorno di Québec, grande quasi quanto quello di Mistassini; il Lago Alempigon e il Lago dei Christinaux, tutti e due a nord del Lago Superiore, sono anch'essi molto grandi; il Lago degli Assiniboini che contiene varie isole e la cui estensione in lunghezza è piú di 75 leghe; ve ne sono anche due di mediocre grandezza nel Messico, a parte il Lago del Messico; e un altro molto piú grande chiamato Lago Nicaragua nella provincia omonima, lungo piú di 60 o 70 leghe.

425

Infine nell'America Meridionale ce n'è uno piccolo, alla sorgente del fiume Marañon, un altro piú grande alla sorgente del fiume Paraguay, il Lago Titicares le cui acque si vanno a gettare nel La Plata, due altri piú piccoli le cui acque si gettano anch'esse nello stesso fiume, ed alcuni altri di minore grandezza nell'interno della regione del Cile.

Tutti i laghi da cui nascono dei fiumi, tutti quelli che si trovano lungo il percorso dei fiumi, o che ne sono vicini e che vi versano le loro acque, non sono affatto salati; invece quasi tutti

quelli che ricevono dei fiumi, senza lasciarne uscire degli altri, sono salati, fatto che sembra avvalorare l'opinione da noi esposta sulla salsedine del mare che potrebbe avere la sua origine nei sali strappati dai fiumi alle terre e da loro trasportati continua-
426 mente al mare; infatti l'evaporazione non può portare via i sali fissi, di conseguenza quelli che i fiumi portano nel mare vi restano e benché l'acqua dei fiumi sia dolce, si sa che contiene sempre una piccola quantità di sale: col passare del tempo il mare ha dovuto perciò acquistare un notevole grado di salsedine, che deve andare sempre aumentando. È per questo, a mio parere, che il Mar Nero, il Mar Caspio, il Lago di Aral, il Mar Morto eccetera sono diventati salati; i fiumi che si gettano in questi laghi, vi hanno via via portato i sali staccati alla terra e l'evaporazione non ha potuto toglierli. A proposito di quei laghi che sono come stagni, perché non ricevono né lasciano uscire nessun fiume, essi sono o dolci o salati a seconda della loro diversa origine: quelli vicini al mare sono di solito salati, quelli che ne sono lontani sono dolci e ciò si verifica perché gli uni sono stati formati dalle inondazioni del mare, mentre gli altri non sono che fonti di acqua dolce che, non avendo avuto possibilità di scorrere, hanno formato una grande distesa di acqua. Si possono vedere nelle Indie vari stagni e serbatoi costruiti dall'industriosità degli abitanti, che arrivano ad avere fino a 2 o 3 leghe di superficie e i cui bordi sono rivestiti da un muro di pietre: questi serbatoi si riempiono durante la stagione delle piogge e servono agli abitanti durante l'estate, quando l'acqua manca loro del tutto per la grande lontananza dai fiumi e dalle fonti.

I laghi che hanno qualche particolare caratteristica sono il
427 Mar Morto, le cui acque contengono molto piú bitume che sale; questo bitume chiamato bitume di Giudea, non è che asfalto, e per questo alcuni autori chiamano il Mar Morto, Lago Asfaltide; le terre che lo circondano ne contengono una grande quantità. Molti sono convinti che in questo lago avvengano molte cose simili a quelle che i poeti hanno scritto sul Lago dell'Averno,

cioè che i pesci non potevano viverci, che gli uccelli che vi passavano sopra, rimanevano soffocati, mentre invece nessuno di questi due laghi produce tali funesti effetti: ambedue nutrono pesci, gli uccelli vi volano sopra e gli uomini vi si bagnano senza correre nessun pericolo.

Si dice che vi sia in Boemia, nella campagna di Boleslaw, un lago con delle buche cosí profonde che è stato impossibile sondarle e che da esse si alzino venti impetuosi che traversano tutta la Boemia e che spesso, durante l'inverno, sollevano nell'aria pezzi di ghiaccio del peso superiore alle 100 libbre.[1] Si parla di un lago pietrificato in Islanda; anche il Lago Neagh in Irlanda avrebbe questa caratteristica; ma tali pietrificazioni prodotte dall'acqua di questi laghi senza dubbio non sono altro che incrostazioni come quelle che produce l'acqua d'Arcueil.

[1] Acta Erud. (1682) p. 246.

# ARTICOLO 12

## *Sulle maree*

L'acqua è dotata solo di un movimento naturale che le proviene dalla sua fluidità: essa discende sempre dai luoghi piú alti a quelli piú bassi, quando non vi sono dighe od ostacoli che la trattengono o che si oppongono al suo movimento, e quando arriva al luogo piú basso, vi rimane ferma e senza movimento, a meno che qualche altra causa estranea e violenta non la agiti e non la faccia uscire dalla sua immobilità. Tutte le acque dell'oceano sono raccolte nei punti piú bassi della superficie terrestre: i movimenti del mare provengono dunque da cause esterne. Il suo principale movimento è quello del flusso e del riflusso che si effettua alternativamente in senso contrario e dal quale risulta un movimento continuo e generale di tutti i mari da oriente ad occidente. Questi due movimenti hanno un rapporto regolare e costante con i movimenti della luna: durante il plenilunio ed il novilunio, il movimento delle acque da oriente ad occidente diventa piú sensibile, come quello del flusso e
429 riflusso, che si fa sentire nello spazio di sei ore e mezzo nella maggior parte delle coste: il moto del flusso tutte le volte che la luna è sopra o sotto il meridiano, quello del riflusso tutte

le volte che la luna è nel punto piú lontano dal meridiano, cioè tutte le volte che essa si trova all'orizzonte, sia che si levi, sia che tramonti. Il movimento del mare da oriente ad occidente è continuo e costante: infatti durante il flusso tutto il mare si muove da oriente ad occidente e spinge ad ovest una grandissima quantità di acqua, e il riflusso sembra che avvenga in senso contrario solo a causa della minor quantità di acqua che viene allora spinta verso l'occidente. In fondo, il flusso non deve essere considerato che come una intumescenza delle acque e il riflusso come una detumescenza che, invece di turbare il movimento da oriente ad occidente, lo produce e lo rende continuo, benché, in effetti, sia piú forte durante l'intumescenza e piú debole durante la detumescenza per la ragione che abbiamo spiegato.

Le principali circostanze che accompagnano questo movimento sono: 1) che esso è piú sensibile nelle lune nuove e piene che nelle quadrature; in primavera ed in autunno è piú accentuato che nelle altre stagioni dell'anno, mentre è piú debole nel periodo dei solstizi, fatto che si spiega del tutto naturalmente con la combinazione delle forze di attrazione della luna e del sole.[1] 2) I venti cambiano spesso la direzione e la velocità di questo movimento, soprattutto i venti che soffiano costantemente nella stessa direzione; la stessa cosa avviene nei grandi fiumi che portano le loro acque al mare, determinandovi una corrente che si estende spesso per varie leghe; quando poi anche la direzione del vento si accorda con la direzione del movimento generale, che va da oriente ad occidente, esso diventa piú sensibile; se ne ha un esempio nel Mar Pacifico, dove il movimento da oriente ad occidente è costante e molto sensibile. 3) Si fa notare che quando una parte di un fluido si muove, si muove tutta la massa del fluido: ora, durante le maree, una grandissima parte dell'oceano si muove sensibilmente; si sposta dunque contemporaneamente tutta la massa dei mari che sono agitati da questo movimento in tutta la loro estensione ed in tutta la loro profondità.

430

[1] Vedi su ciò le *Dimostrazioni* di Newton.

Per capire bene tutto ciò, bisogna fare attenzione alla natura della forza che produce il flusso e il riflusso e riflettere sull'azione derivatane e sui suoi effetti. Abbiamo detto che la luna esercita la sua azione sulla terra mediante una forza che alcuni chiamano attrazione ed altri gravità; questa forza di attrazione o di gravità, che penetra il globo della terra in tutte le parti della sua massa, è direttamente proporzionale alla quantità di materia e inversamente proporzionale al quadrato della distanza; ciò posto, esaminiamo quello che deve avvenire supponendo la luna sopra il meridiano di una spiaggia del mare. La superficie delle acque, trovandosi direttamente sotto la luna, è piú vicina a questo astro che non tutte le altre parti sia terrestri che marine del globo; questa parte del mare deve allora innalzarsi verso la luna, formando un'elevazione la cui cima è in corrispondenza con il centro di questo astro. Perché questa elevazione possa formarsi, è necessario che le acque, sia quelle della superficie che avvolge la massa del liquido, sia quelle del fondo di questa parte del mare, vi contribuiscano, come avviene di fatto, in proporzione della loro vicinanza con l'astro, che esercita la sua azione in ragione inversa del quadrato della distanza: cosí, quando per prima si alza la superficie di questo tratto del mare, anche le acque della superficie delle zone vicine si alzeranno, ma ad una minore altezza, e le acque del fondo di tutte queste parti subiranno lo stesso effetto e si solleveranno per la stessa causa; di modo che se tutta questa zona del mare diventa piú alta, formando un'elevazione, è necessario che le acque della superficie e del fondo delle parti lontane, sulle quali questa forza di attrazione non agisce, si precipitino a sostituire le acque che si sono sollevate; ecco ciò che produce l'alta marea, che si può piú o meno avvertire sulle diverse coste e che, come si vede, agita il mare non solo in superficie, ma fino alle piú grandi profondità. Sopraggiunge poi la bassa marea per la naturale discesa delle acque; quando l'astro è passato e non esercita piú la sua forza, l'acqua che si era sollevata per l'azione di questa forza esterna, riprende il suo livello e rioccupa i luoghi e le

rive che era stata costretta ad abbandonare. Quando poi la luna passa sopra il meridiano agli antipodi del luogo in cui noi prima abbiamo supposto che essa abbia sollevato le acque, si verifica lo stesso effetto; le acque, nel momento in cui la luna non ap- 432 pare, perché si trova nel punto piú lontano, si alzano sensibilmente, proprio come quando essa appare nel punto piú vicino a questa parte del mare; nel primo caso le acque si sollevano perché sono piú vicine all'astro di tutte le altre parti del globo, nel secondo per la ragione contraria, per il fatto cioè di esserne le piú lontane ed è evidente come ciò debba produrre lo stesso effetto. Le acque di questa zona, subendo un'attrazione minore di quella che subiscono tutte le altre parti del globo, si allontaneranno necessariamente dal resto della sfera e formeranno un'elevazione la cui cima corrisponderà al punto in cui si esercita la minor attrazione, cioè al punto del cielo direttamente opposto a quello in cui si trova la luna, o, che è la stessa cosa, al punto in cui essa si trovava tredici ore prima quando, per la prima volta, sollevò le acque. Infatti quando essa ha raggiunto l'orizzonte, essendosi già avuta la bassa marea, il mare si trova nel suo stato naturale e le acque sono in equilibrio e a livello; ma quando la luna è al meridiano opposto, questo equilibrio non può mantenersi, poiché, trovandosi le acque situate dalla parte opposta a quella in cui si trova ora la luna, alla massima distanza possibile da questo astro, ed essendo meno attirate del resto del globo che, situato come è in mezzo, viene ad essere piú vicino alla luna, la loro pesantezza relativa, che le tiene sempre in equilibrio e a livello, le spinge verso il punto opposto alla luna, perché questo equilibrio si mantenga.* Cosí in ambedue i casi, che la luna si trovi sopra il meridiano del luogo o sopra il meridiano opposto, le acque devono alzarsi 433 all'incirca nella stessa misura, e nella stessa misura di conseguenza abbassarsi e rifluire, quando la luna si trovi all'orizzonte mentre tramonta o si leva. Si vede bene che un movimento, la cui causa ed il cui effetto sono tali quali noi li abbiamo spiegati, sposta necessariamente la massa intera dei mari e la rimuove

in tutta la sua estensione ed in tutta la sua profondità, e se questo movimento non si avverte in alto mare e quando si è lontani dalla terra ferma, non è tuttavia meno reale; il fondo e la superficie sono mossi all'incirca in modo eguale e le acque del fondo, che i venti non possono agitare come quelle della superficie, sottostanno con assai maggiore regolarità di quelle della superficie a questa azione, ed hanno un movimento piú regolato che è sempre alternativamente diretto nella stessa maniera.

Da questo movimento alternato di flusso e riflusso risulta, come abbiamo già detto, un movimento continuo del mare da oriente ad occidente, perché l'astro che produce l'intumescenza delle acque va anch'esso da oriente ad occidente e, agendo successivamente in questa direzione, le acque ne seguono il movimento nella stessa direzione. Questo movimento del mare da oriente ad occidente è molto sensibile soprattutto negli stretti: per esempio nello Stretto di Magellano il flusso alza le acque di quasi 20 piedi, e questa intumescenza dura sei ore, mentre il riflusso, o detumescenza, non ne dura che due[1] e l'acqua continua a scorrere verso l'occidente; la qual cosa prova chiaramente che il riflusso non è eguale al flusso e che se da tutti e due risulta un movimento verso l'occidente, esso è molto piú accentuato nel periodo del flusso che non in quello del riflusso: è per questo che nei mari aperti, lontani dalla terra ferma, le maree sono avvertite solo dal movimento generale che ne risulta, cioè da quel movimento che va da oriente ad occidente.

434

Le maree sono piú forti e fanno rialzare e abbassare le acque molto di piú nella zona torrida fra i tropici che nel resto dell'oceano; esse sono molto piú avvertite anche nei luoghi che si estendono da oriente ad occidente, nei golfi che sono lunghi e stretti e sulle coste in cui vi sono isole e promontori; il piú forte movimento di marea che si conosca è, come abbiamo detto nell'articolo precedente, quello ad una delle foci del fiume Indo, dove le acque si alzano di 30 piedi; è molto forte anche presso la Malacca, nello Stretto della Sonda, nel Mar Rosso,

[1] Vedi il Viaggio di Narbrough.

nella Baia di Nelson, a 55 gradi di latitudine settentrionale, dove si alza di 15 piedi, alla foce del fiume San Lorenzo, sulle coste della Cina, su quelle del Giappone, a Panama, nel Golfo del Bengala, eccetera.

Il movimento del mare da oriente ad occidente si può avvertire in modo particolare in alcuni luoghi; i navigatori l'hanno notato andando dall'India al Madagascar e in Africa; esso si fa sentire con molta forza anche nel Mar Pacifico, e fra le Molucche e il Brasile; ma i luoghi in cui questo movimento è piú violento sono gli stretti che congiungono un mare con un altro; 435 per esempio le acque del mare sono portate con cosí grande forza da oriente ad occidente attraverso lo Stretto di Magellano, che questo movimento è avvertito anche a una grande distanza nell'Oceano Atlantico e si sostiene che sia stato proprio questo a far pensare a Magellano che vi fosse uno stretto che metteva in comunicazione i due mari. Nello Stretto delle Manille ed in tutti i canali che dividono le isole Maldive, il mare scorre da oriente ad occidente cosí come anche nel Golfo del Messico fra Cuba e lo Yucatan; nel Golfo di Paria questo movimento è cosí violento da far chiamare lo stretto la Gola del Dragone; anche nel Mare del Canadà si fa molto sentire cosí come nel Mar di Tartaria e nello Stretto di Vaigach, attraverso il quale l'oceano, scorrendo velocemente sempre in questa direzione, trascina masse enormi di ghiacci dal Mar di Tartaria al mare del nord Europa. Il Mar Pacifico scorre nella stessa direzione attraverso gli stretti del Giappone; il Mare del Giappone si muove verso la Cina; l'Oceano Indiano va verso l'occidente attraverso lo Stretto di Giava e gli stretti delle altre isole dell'India. Non si può dunque porre in dubbio che il mare abbia un movimento costante e generale da oriente ad occidente e si ha la certezza che l'Oceano Atlantico scorra verso l'America e che il Mar Pacifico se ne allontani, come si vede chiaramente al Capo delle Correnti fra Lima e Panama.[1]

Del resto l'alternarsi del flusso e del riflusso è regolare ed av-

[1] Vedi VARENIO, *Geographia generalis*, p. 119.

436 viene ogni sei ore e mezzo sulla maggior parte delle coste del mare, benché in diverse ore, a seconda della regione e della posizione delle coste. Le coste del mare sono dunque battute continuamente dalle onde che strappano ogni volta piccole parti di materia che trasportano lontano e poi depositano sul fondo; e le onde portano sempre sulle spiagge basse conchiglie e sabbie che rimangono sulle rive e che, accumulandosi a poco a poco in strati orizzontali, formano alla fine dune e alture elevate quanto colline, alture che sono effettivamente colline in tutto simili alle altre sia per la forma sia per l'interna composizione; cosí il mare porta molte produzioni marine sulle spiagge basse e trascina via lontano tutte le materie che può trasportare dalle coste alte contro le quali va a battere sia nel periodo del flusso, sia nell'epoca dei temporali e dei grandi venti.

Per dare un'idea della forza con cui il mare va ad infrangersi contro le coste alte, credo di dover riferire un fatto che mi è stato raccontato da una persona degnissima di fede, cui io ho creduto ancora maggiormente, avendo visto con i miei occhi qualcosa di simile. Nella principale delle isole Orcadi, vi sono coste formate di rocce tagliate a picco perpendicolarmente alla superficie del mare, cosí che salendo sopra di esse, si può lasciar cadere un pezzo di piombo fino alla superficie dell'acqua, attaccando una corda sulla cima di una pertica di 9 piedi. Questa operazione, che si può fare nei periodi di mare tranquillo, ha
437 dato la misura dell'altezza di questa costa, che è di 200 piedi. La marea in questo punto è molto forte come lo è di solito in tutti i luoghi in cui vi sono delle terre sporgenti e delle isole; ma quando il vento soffia con violenza, cosa che avviene comunemente in Scozia, e nello stesso tempo la marea sta salendo, il movimento è tale e l'agitazione cosí violenta, che l'acqua si alza fino alla cima delle rocce che limitano la costa, cioè fino a 200 piedi di altezza e vi ricade in forma di pioggia; getta a questa altezza anche pietre e ciottoli che stacca dalla base della roccia; secondo quanto racconta il testimone oculare che io cito qui, alcune di esse sono piú larghe di una mano.

Io stesso, nel dicembre del 1731, ho visto nel porto di Livorno, dove il mare è molto piú tranquillo e non vi sono maree, una tempesta, che costrinse a tagliare gli alberi di qualche vascello che era nella rada, le cui ancore si erano staccate; ho visto, dico, l'acqua del mare alzarsi sopra le fortificazioni che mi sembrarono molto alte sopra le acque, e poiché io mi trovavo su quelle piú sporgenti, tornai in città bagnato dall'acqua del mare molto piú di quanto si può venire bagnati dalla pioggia piú dirotta.

Questi esempi sono sufficienti a far capire con quale violenza il mare eserciti la sua azione contro le coste; questa sua violenta agitazione distrugge, consuma,[1] rode e diminuisce a poco a poco il terreno delle coste; il mare porta via tutte queste materie e le lascia cadere dall'istante in cui la calma succede all'agitazione. Durante i temporali l'acqua del mare, che di solito è la piú chiara di tutte le acque, è torbida e mescolata a diverse materie che il movimento delle acque stacca dalle coste e dal fondo; il mare butta allora sulle rive un'infinità di cose che porta da lontano e che si trovano solo dopo le grandi tempeste, per esempio l'ambra grigia sulle coste occidentali dell'Irlanda, l'ambra gialla su quelle della Pomerania, dei cocchi su quelle delle Indie, eccetera, e talvolta delle pietre pomici ed altre pietre strane. Possiamo citare in proposito un fatto riferito dai *Nouveaux voyages aux îles de l'Amérique*.

438

"Trovandomi a San Domingo — dice l'autore — fra le altre cose mi vennero regalate delle pietre leggere che il mare butta sulla costa quando soffiano i grandi venti del sud; fra le altre ve ne era una di 2 piedi e mezzo di lunghezza, larga 18 pollici e di circa un piede di spessore, che non pesava neanche 5 libbre; essa era bianca come la neve, molto piú dura della pietra po-

[1] Sulle coste della Siria e della Fenicia sembra, cosa piuttosto interessante, che le rocce che le fiancheggiano siano state anticamente tagliate in forma di secchi lunghi due o tre canne, e larghi in proporzione, per contenere l'acqua del mare e ricavarne, mediante l'evaporazione, del sale, ma nonostante la durezza della pietra, questi secchi sono oggi quasi completamente consumati e appiattiti dal battere continuo delle onde. Vedi i Viaggi di SHAW, vol. 2, p. 69.

mice, aveva una grana fine, in apparenza per niente porosa, tuttavia quando la si gettava in mare, rimbalzava come un
439 pallone che si butta in terra; a stento affondava di mezzo dito; io vi feci fare quattro buchi col succhiello per piantarvi quattro bastoni e appoggiarvi due piccole tavolette leggere che racchiudevano le pietre di cui la caricai; ebbi la soddisfazione di farle portare una volta 160 libbre e un'altra volta tre pesi di ferro di 50 libbre ciascuno; essa serviva di scialuppa al mio negro che vi montava e se ne andava in giro intorno allo scoglio."[1] Questa pietra doveva essere una pietra pomice dalla grana finissima e molto compatta, proveniente da qualche vulcano e portata dal mare, come ne vengono portati l'ambra grigia, i cocchi, la comune pietra pomice, i semi delle piante, le canne, eccetera. Si può leggere tutto ciò nei *Discorsi* di Ray: soprattutto sulle coste dell'Irlanda e della Scozia è stato possibile raccogliere osservazioni di questo genere. Il mare col suo generale movimento da oriente ad occidente deve portare sulle coste dell'America le produzioni delle nostre coste; e forse solo mediante movimenti irregolari, a noi sconosciuti, porta sulle nostre sponde le produzioni delle Indie Orientali ed Occidentali, come porta anche produzioni del settentrione: con molta probabilità i venti hanno la loro parte nelle cause di questi fenomeni. Spesso si è visto in alto mare ed in punti molto lontani dalle coste, spiagge intere coperte di pietre pomice; e non si può supporre altro se non che potessero provenire dai vulcani delle isole o della terra ferma: probabilmente sono le correnti a trasportarle in mezzo ai mari.* Prima di conoscere la
440 parte meridionale dell'Africa, quando si credeva che il mare delle Indie non avesse alcuna comunicazione col nostro oceano, le prime supposizioni sulla sua esistenza presero forma da indizi di questa natura.

Il movimento alternato del flusso e riflusso e quello costante del mare da oriente ad occidente, causano fenomeni diversi nelle diverse regioni. Questi movimenti si modificano a se-

[1] vol. 5, p. 260.

conda della posizione delle terre e dell'altezza delle coste: vi sono luoghi in cui il movimento generale da oriente ad occidente non è sensibile, ve ne sono altri in cui il mare ha addirittura un movimento in senso contrario, per esempio sulla costa della Guinea; ma questi movimenti contrari a quello generale, sono causati dai venti, dalla posizione delle terre, dalle acque dei grandi fiumi e dalla disposizione del fondo del mare, che producono correnti capaci di alterare, e spesso cambiare completamente, la direzione del movimento generale in vari punti del mare; ma poiché questo movimento generale dei mari da oriente ad occidente è il piú grande, il piú generale, il piú costante, deve parimenti produrre i maggiori effetti e, nell'insieme, il mare deve col tempo guadagnare terra verso l'occidente e abbandonarne verso l'oriente, benché possa avvenire che sulle coste in cui il vento dell'ovest soffia per la maggior parte dell'anno, come in Francia e in Inghilterra, il mare guadagni terra verso l'oriente. Ma ancora una volta, le eccezioni particolari non distruggono l'effetto della causa generale.*

# ARTICOLO 13

## Sulle ineguaglianze del fondo del mare e sulle correnti

Si possono distinguere le coste del mare in tre specie: 1) le coste alte costituite di rocce e pietre dure, tagliate di solito perpendicolarmente a una notevole altezza e che si alzano talvolta di 700 o 800 piedi; 2) le coste basse, alcune delle quali sono unite e quasi a livello con la superficie del mare, mentre altre hanno solo una limitata elevazione e sono spesso bordate da rocce a fior d'acqua che formano degli scogli all'altezza dell'acqua rendendo difficile l'approdo a queste terre; 3) le dune, che sono coste formate dalle sabbie accumulate dal mare o deposte dai fiumi, e che formano colline piú o meno alte.

Le coste dell'Italia sono fiancheggiate da formazioni di marmo e di pietre di varie specie di cui si scorgono da lontano le cave; le rocce che formano le coste appaiono a una grandissima distanza come piloni di marmo tagliati a piombo. Le coste della 442 Francia da Brest fino a Bordeaux, sono quasi dappertutto circondate da rocce a fior d'acqua che formano degli scogli all'altezza dell'acqua; la stessa cosa si può dire di quelle dell'Inghilterra, della Spagna e di molte altre coste dell'oceano e del Mediterraneo, bordate da rocce e da pietre dure, ad eccezione

di qualche punto di cui si è approfittato per costruire baie, porti e moli.

La profondità dell'acqua lungo le coste è di solito tanto maggiore quanto piú esse sono alte e tanto minore quanto piú sono basse; l'ineguaglianza del fondo del mare lungo le coste quindi corrisponde di solito all'ineguaglianza della superficie del terreno delle coste: riporto qui quanto ne ha detto un celebre navigatore.*

"Ho sempre notato che nei punti in cui la costa è protetta da rocce dirupate, il mare è molto profondo e raramente si riesce a gettarvi l'ancora, mentre invece là dove la terra presenta un pendio dalla parte del mare, per quanto essa possa poi all'interno sollevarsi, il fondo del mare è buono e di conseguenza è facile l'ancoraggio: proporzionalmente al pendio o all'erta della costa sul mare, troviamo di solito il fondo per attaccare l'ancora piú o meno profondo o dirupato; cosí gettiamo l'ancora piú o meno vicino alla terra, secondo quello che riteniamo opportuno, perché non vi è, che io sappia, costa al mondo, della quale per lo meno io abbia sentito parlare, che possegga una profondità regolare in tutti i suoi punti e non sia soggetta ad alti e bassi. Sono questi alti e questi bassi, queste montagne e queste vallate che formano le irregolarità delle coste e dei bracci di mare, delle piccole baie e dei porti eccetera, in cui si può nondimeno ancorare con piena sicurezza, perché quale è la superficie della terra, tale di solito è il fondo coperto dall'acqua; ma si trovano vari buoni porti anche sulle coste in cui la terra piomba sul mare con le rocce dirupate, perché vi possono essere degli ampli declini fra le rocce. Ma nei luoghi in cui il pendio di una montagna o di una roccia non si trova, a una certa distanza da una montagna all'altra, ma, come sulle coste del Perú e del Cile, esso si allunga di fianco al mare o all'interno, in modo che la costa si presenta a strapiombo o molto scoscesa immediatamente dopo le montagne vicine, come lo è in quelle regioni immediatamente dopo le Ande che si ergono da dominatrici lungo la costa, il mare è allora profondo

443

e non vi è che poco posto, o addirittura manca completamente, per porti o bracci di mare: questa costa è troppo ripida perché vi si possa ancorare e posso dire di non conoscerne altre in cui vi siano cosí poche rade accessibili ai vascelli. Le coste della Galizia, del Portogallo, della Norvegia, di Terranova eccetera, sono come la costa del Perú e delle alte isole dell'arcipelago, ma non cosí scarsamente sprovviste di buoni porti. Dove si presentano piccoli tratti di terra, si offrono buone baie alle loro estremità, per esempio nei punti in cui si sporgono nel mare, come avviene sulle coste di Caracos eccetera; le isole di Juan Fernandez, di Sant'Elena eccetera sono terre alte la cui costa è profonda. In generale come è il fondo che appare al di sopra dell'acqua, tale è la parte che ne rimane coperta, e per ancorare con piena sicurezza bisogna o che il fondo sia a livello o che la sua pendenza sia ben poco accentuata, perché, se è scosceso, l'ancora scivola ed il vascello è trascinato via. Per questo noi non ci mettiamo mai in condizioni di ancorare in luoghi in cui scorgiamo terre alte e montagne scoscese a ridosso del mare: cosí in vista delle Isole degli Stati, vicino alla Terra del Fuoco, prima di entrare nei Mari del Sud, decidemmo di non ancorare solo quando, dopo aver visto la costa, ci apparvero vicino al mare delle rocce scoscese. Tuttavia vi possono essere dei piccoli porti in cui delle barche o altri piccoli bastimenti possono ancorare, ma non ci preoccupammo di cercarli.

444

"Se le coste alte e scoscese offrono solo raramente la possibilità di un ancoraggio, esse hanno però il vantaggio di essere scorte da lontano, e di essere avvicinate senza che presentino nessun pericolo, per questo le chiamiamo coste ardite o, per parlare piú naturalmente, coste rialzate; invece le coste basse si avvistano solo quando si è molto vicini, e in molti posti non si ha il coraggio di avvicinarsi per timore di arenarsi prima di averle scorte; d'altronde ve ne sono molte costituite da banchi alla cui formazione hanno contribuito i grandi fiumi, che da terre basse si gettano nel mare.

"Ciò che ho detto sopra, cioè che si àncora con maggior sicurezza vicino alle coste basse, può venire confermato da vari esempi. A mezzogiorno della Baia di Campeche le terre sono per la maggior parte basse, cosí che si può ancorare lungo tutta la costa e vi sono dei punti ad oriente della città di Campeche, in cui si hanno tante braccia di acqua in profondità quanto si è distanti dalla costa: questo avviene a una distanza di 9 o 10 leghe fino a quella di 4, piú oltre fino alla costa la profondità va sempre diminuendo. Anche la Baia di Honduras è una regione bassa che continua oltre le coste di Portobello e di Cartagena, finché non si arriva all'altezza di Santa Marta; ancora oltre, la regione si mantiene bassa fino alla costa di Caracos, che è alta. Le terre dei dintorni di Surinam, lungo la stessa costa, sono basse e l'ancoraggio vi si presenta buono; la stessa cosa si può dire della regione che si estende al di là fino alla costa della Guayana. Cosí è anche la Baia di Panama, e i libri di pilotaggio ordinano ai piloti di avere sempre la sonda a portata di mano e di non avvicinarsi a una simile profondità né di giorno né di notte. Sugli stessi mari, oltre le alte terre del Guatemala in Messico fino alla California, la maggior parte della costa è bassa e vi si può ancorare con sicurezza. In Asia la costa della Cina, le baie del Siam e del Bengala, tutta la costa di Coromandel e quella della Malacca e là vicino, sempre dallo stesso lato, la costa dell'isola di Sumatra, sono per la maggior parte basse e buone per l'ancoraggio, mentre sul fianco occidentale di Sumatra le coste sono scoscese e ardite: tali sono anche la maggior parte delle isole situate ad oriente di Sumatra, quali Borneo, Celebes, Gilolo, e molte altre di minore importanza che sono disseminate qua e là in questi mari e che hanno buone rade con vari fondi bassi; invece le isole dell'Oceano dell'India orientale, e soprattutto il lato occidentale di queste isole, sono formate da terre alte e scoscese, soprattutto sulla costa occidentale, non soltanto di Sumatra, ma anche di Giava, Timor eccetera. Non si finirebbe mai se si volessero dare tutti gli esempi che si potrebbero trovare: si dirà soltanto in generale che rara-

445

446

mente le coste alte non hanno anche acque profonde, mentre le coste basse e i mari poco profondi si trovano quasi sempre insieme." [1]

Dalle osservazioni che i navigatori hanno potuto fare con la sonda, risulta con certezza che vi sono ineguaglianze sul fondo del mare ed anche montagne molto alte. I palombari assicurano anche che vi sono altre piccole ineguaglianze formate dalle rocce, e che nelle vallate del mare fa molto freddo. In generale nei grandi mari le profondità aumentano, come abbiamo detto, assai uniformemente, a mano a mano che ci si allontana o avvicina alle coste. Dalla carta disegnata da Buache,* di quella parte dell'oceano che è compresa fra le coste dell'Africa e quelle dell'America, e dalle sezioni del mare che ne ha date, dal Capo Tagrin fino alla costa di Rio Grande, sembra che vi siano delle ineguaglianze in tutto l'oceano, proprio come sulla terra; che le Abrolhos, in cui vi sono delle vedette e si vedono delle rocce a fior d'acqua, siano cime di grandissime montagne, fra le quali l'Isola Delfina è una delle punte piú alte; che le Isole del Capo Verde non siano anch'esse che cime di montagne; che vi sia un gran numero di scogli in questo mare, in cui si è obbligati a mettere delle vedette; che piú oltre il terreno intorno alle Abrolhos scenda fino a profondità sconosciute, anche in prossimità delle isole.

447

Per quanto riguarda la qualità dei diversi terreni che formano il fondo del mare, poiché è impossibile esaminarlo da vicino e si deve necessariamente ricorrere ai palombari e alla sonda, non possiamo dire niente di preciso; sappiamo soltanto che vi sono punti coperti da fango e da limo per un profondo spessore, sui quali le ancore non hanno nessuna presa: probabilmente in questi punti si deposita il limo dei fiumi. In altri vi sono sabbie simili a quelle che conosciamo, diverse anche per il colore e per la grossezza, come le sabbie della terraferma; in altri vi sono conchiglie ammucchiate, madrepore, coralli ed altre produzioni animali, che cominciano ad unirsi, a prender corpo, a

[1] Viaggio di DAMPIER intorno al mondo, vol. 2, pp. 476 sgg.

costituire delle pietre; in altre vi sono frammenti di pietra, di ghiaia, spesso anche pietre completamente formate e marmi; per esempio nelle Isole Maldive si costruisce solo con pietra dura che si estrae da sotto le acque a qualche braccio di profondità. A Marsiglia si estrae dal fondo del mare marmo bellissimo, di cui ho visto diversi campioni: proveremo nel nostro Discorso sui minerali che il mare, ben lungi dal guastare ed alterare queste pietre e questi marmi, li forma e li conserva, mentre invece il sole, la terra, l'aria e l'acqua delle piogge li corrompono e li distruggono.*

Non possiamo dunque dubitare che il fondo del mare non abbia la stessa composizione della terra che noi abitiamo, poiché di fatto in esso si trovano le stesse materie, e dal suo fondo si estraggono le stesse cose, che estraiamo dalla superficie della terra; come si trovano nel suo fondo vaste zone coperte di conchiglie, di madrepore, di altre costruzioni degli insetti del mare, cosí si trovano sopra la terra un numero infinito di cave e di banchi di creta e di altre materie riempite di queste stesse conchiglie, di queste madrepore eccetera, di modo che, sotto tutti gli aspetti, le parti scoperte del globo somigliano a quelle coperte dalle acque, sia per la composizione e per la mescolanza delle materie, sia per le ineguaglianze della superficie. 448

È a queste ineguaglianze del fondo del mare che si deve attribuire l'origine delle correnti; infatti si sa bene che se il fondo dell'oceano fosse eguale ed a livello, non vi sarebbe nel mare che il movimento generale da oriente ad occidente, oltre a qualche altro che avrebbe per causa l'azione dei venti e che ne seguirebbe la direzione; ma una prova sicura che la maggior parte delle correnti è prodotta dal flusso e riflusso ed è incanalata dalle ineguaglianze del fondo del mare, è il fatto che esse seguono regolarmente le maree e cambiano direzione a ogni flusso e a ogni riflusso. Guardate ciò che ne dice Pietro della Valle a proposito delle correnti del golfo di Cambay,[1] e quanto riferiscono tutti i navigatori che unanimemente assicurano di

[1] vol. 6, p. 363.

aver constatato la maggior velocità delle correnti nei punti in cui il flusso e il riflusso del mare sono piú forti ed impetuosi.

449

Cosí non si può porre in dubbio che il flusso e riflusso non producano correnti la cui direzione segue sempre quella delle colline o delle montagne opposte fra le quali esse scorrono. Anche le correnti prodotte dai venti seguono la direzione di queste stesse colline nascoste sotto le acque del mare, non essendo quasi direttamente opposte al vento che le produce non piú di quanto le correnti causate dal flusso e riflusso non seguano, per questa stessa ragione, la stessa direzione.

Per dare un'idea chiara dell'origine delle correnti, osserveremo da principio che ve ne sono in tutti i mari, piú rapide, piú lente, molto estese, sia in lunghezza che in larghezza, piú corte e piú strette; la causa che le produce, sia il vento o la marea, imprime a ciascuna di loro una velocità e una direzione spesso assai differente, un vento del nord, per esempio, che dovrebbe dare alle acque un movimento generale verso il sud per tutto il tratto di mare nel quale esercita la sua azione, produce invece un gran numero di correnti separate le une dalle altre e ben diverse per estensione e per direzione; alcune vanno diritte verso il sud, altre verso il sud-est, altre verso il sud-ovest, alcune sono molto rapide, altre lente, ve ne sono di piú o meno forti, di piú o meno larghe, di piú o meno estese, in una varietà di combinazioni cosí grande da non trovare, fra di loro, niente di comune, se non la causa che le produce; e se a succedere è un vento contrario, come spesso avviene in tutti i mari e regolarmente nell'Oceano Indiano, tutte queste correnti prendono una direzione opposta alla prima e seguono in senso contrario le stesse rotte e lo stesso corso: quelle che andavano al sud si dirigono verso il nord, quelle che scorrevano in direzione sud-est vanno in direzione nord-ovest, mantenendo però la stessa estensione in lunghezza ed in larghezza, la stessa velocità, eccetera. Esse scorrono in mezzo alle altre acque del mare come scorrerebbero sulla terra fra due rive opposte e vicine: lo si può constatare alle Maldive e fra le isole del Mare delle Indie,

450

dove le correnti seguono la direzione dei venti per sei mesi dell'anno, e durante gli altri sei mesi si muovono in direzione opposta; lo stesso fenomeno è stato osservato in quelle che scorrono fra i banchi di sabbia e fra i bassifondi ma in generale tutte le correnti, abbiano per causa il movimento del flusso e del riflusso o l'azione dei venti, mantengono ciascuna costantemente la stessa estensione, la stessa larghezza e la stessa direzione per tutto il loro corso e sono differentissime le une dalle altre in lunghezza, larghezza, velocità e direzione, fatto che deriva solo dalle ineguaglianze delle colline, delle montagne, e delle vallate che sono sul fondo del mare, cosí come anche fra due isole la corrente segue la direzione delle coste né piú e né meno che i banchi di sabbia, gli scogli e i bassifondi. Si devono dunque considerare le montagne e le colline in fondo al mare come argini che trattengono e dirigono le correnti; sicché una corrente è un fiume la cui larghezza è determinata da quella della vallata nella quale scorre, la cui rapidità dipende dalla forza che produce, combinata con la maggiore o minore larghezza dello spazio attraverso il quale deve passare e la cui direzione infine è tracciata dalla posizione delle colline e delle ineguaglianze fra le quali deve incanalare il suo corso.* 451

Spiegato tutto ciò, noi daremo una tangibile ragione del singolare fenomeno di cui abbiamo parlato, cioè di quella corrispondenza degli angoli delle montagne e delle colline che si ritrova dappertutto e che si può osservare in tutti i paesi del mondo. Ci si accorge, guardando i ruscelli, i fiumi e tutte le acque correnti, che gli argini che le trattengono formano sempre angoli alternativamente opposti: cioè quando un fiume forma una curva, una delle sue sponde forma da un lato una sporgenza o un angolo rientrante nelle terre, mentre l'altra forma, al contrario, una punta o un angolo sporgente fuori delle terre; in tutte le sinuosità del loro corso, questa corrispondenza degli angoli alternativamente opposti si ritrova sempre; essa è in effetti fondata sulle leggi del movimento delle acque e sull'eguaglianza dell'azione dei fluidi, e ci sarebbe

facile dimostrare la causa di questo effetto, ma qui ci basta dichiarare che esso è generale e universalmente riconosciuto e che tutti possono accertare coi propri occhi che ogniqualvolta l'argine di un fiume forma una sporgenza nelle terre, per esempio a sinistra, l'altro forma una sporgenza fuori delle terre a destra.

452 Ma allora le correnti del mare, che si devono considerare grandi fiumi o acque correnti soggette alle stesse leggi cui soggiacciono i fiumi della terra, formeranno ugualmente, per tutta l'estensione del loro percorso, varie sinuosità, le cui sporgenze o i cui angoli rientreranno da una parte e sporgeranno dall'altra; e poiché i loro argini saranno le colline e le montagne che si trovano sopra o sotto la superficie delle acque, esse avranno impresso a queste alture la stessa forma che si nota negli argini dei fiumi; non ci si deve dunque meravigliare se le nostre colline e le nostre montagne, che sono state in altri tempi coperte dalle acque del mare e che sono state formate dai sedimenti di queste acque, abbiano preso, col movimento delle correnti, una forma regolare e che tutti i loro angoli siano alternativamente opposti; esse sono state gli argini delle correnti o fiumi del mare, hanno dunque dovuto necessariamente prendere forma e direzioni simili a quelle delle sponde dei fiumi della terra, e tutte le volte che l'argine a sinistra avrà formato un angolo rientrante, l'argine a destra avrà formato un angolo sporgente, come possiamo osservare in tutte le colline opposte.

Questo solo, indipendentemente dalle altre prove che abbiamo fornito, basterebbe a dimostrare che la terra dei nostri continenti è stata in altri tempi sotto le acque del mare; e l'uso da me fatto di questa osservazione sulla corrispondenza degli angoli delle montagne e la causa che ne ho data, mi sembrano
453 essere sorgenti di luce per dimostrare quanto si sta ora trattando; infatti non bastava aver dimostrato che gli strati alla superficie della terra sono stati formati dai sedimenti del mare, che le montagne si sono alzate per l'ammucchiarsi successivo di questi stessi sedimenti, che esse sono formate di conchiglie e di altre produ-

zioni marine, bisognava anche rendere ragione di questa regolarità di forma delle colline, i cui angoli sono corrispondenti, e trovarne la vera causa, che nessuno finora non aveva nemmeno supposto e che tuttavia, riunita alle altre, forma un corpo di prove completo, nei limiti in cui si può arrivare ad averlo in fisica, e fornisce una teoria appoggiata a dei fatti e indipendente da qualsiasi ipotesi su di un argomento che non era mai stato messo alla prova da questo punto di vista, e sul quale sembrava ormai accettato che fosse permesso, ed anche necessario, aiutarci con un'infinità di supposizioni e di ipotesi gratuite, per poter dire qualcosa di conseguente e di sistematico.

Le principali correnti dell'oceano sono quelle osservate nel Mar Atlantico presso la Guinea; esse si estendono dal Capo Verde fino alla Baia di Fernando Poo; il loro movimento va da occidente ad oriente ed è opposto al movimento generale del mare che avviene da oriente ad occidente: esse sono molto forti tanto che i vascelli possono venire in due giorni da Moura al Rio di Benin, cioè percorrere una strada di piú di 150 leghe, mentre, per tornare indietro, occorrono loro sei o sette settimane; i vascelli possono inoltre uscire da questi paraggi solo approfittando dei venti temporaleschi che si alzano all'improvviso in queste regioni; ma vi sono intere stagioni durante le quali sono obbligati a restar fermi, poiché il mare è continuamente calmo, ad eccezione del movimento delle correnti che è sempre diretto, in questa zona, verso le coste: queste correnti si estendono all'incirca non oltre le 20 leghe dalla costa. Dopo Sumatra vi sono correnti veloci che si dirigono da mezzogiorno verso il nord e che probabilmente hanno formato il golfo che si trova fra la Malacca e l'India; si trovano correnti simili fra l'Isola di Giava e la terra di Magellano; vi sono grandissime correnti anche fra il Capo di Buona Speranza e l'Isola di Madagascar e soprattutto sulla costa dell'Africa, fra la terra di Natal ed il Capo; nel Mar Pacifico, sulle coste del Perú e sul resto dell'America, il mare si muove da sud a nord e vi soffia costantemente un vento del sud che forse è la causa di

454

queste correnti; lo stesso movimento da mezzogiorno a settentrione si osserva sulle coste del Brasile, da Capo Sant'Agostino fino alle Isole Antille, alla foce dello Stretto delle Manille, alle Filippine e al Giappone nel porto di Kibuxia.[1]

Vi sono correnti fortissime nel mare vicino alle Isole Maldive, attraverso le quali le correnti vanno, come ho già detto, da oriente ad occidente costantemente, per sei mesi di seguito e tornano indietro durante gli altri sei da occidente ad oriente; seguono la direzione dei venti monsoni, ed è probabile che 455 esse siano prodotte da quei venti che, come si sa, soffiano in questo mare per sei mesi l'anno da est ad ovest e per sei mesi in senso contrario.

Del resto noi non parliamo qui che delle correnti la cui estensione e velocità è molto notevole; infatti vi sono in tutti i mari un'infinità di correnti di cui i naviganti si accorgono solo paragonando la rotta seguita con quella che avrebbero dovuto fare, e sono spesso costretti ad attribuire la deviazione dei loro vascelli all'azione di queste correnti. Le maree, i venti e tutte le altre cause che possono agitare le acque del mare, devono dar luogo a correnti che saranno piú o meno sensibili a seconda dei diversi luoghi. Noi abbiamo visto che il fondo del mare è, come la superficie della terra, cosparso di montagne, disseminato di ineguaglianze e diviso da banchi di sabbia; in tutte queste zone montuose e frastagliate le correnti saranno forti, in quelle piatte, in cui il fondo del mare è a livello, saranno quasi inavvertibili; la rapidità della corrente aumenterà in proporzione agli ostacoli che essa incontrerà o piuttosto della scarsa ampiezza degli spazi attraverso i quali essa cerca di passare. Tra due catene di monti che si troveranno nel mare si formerà necessariamente una corrente che sarà tanto piú violenta, quanto piú vicine queste montagne saranno: la stessa cosa avverrà fra due banchi di sabbia o fra due isole vicine; nell'Oceano Indiano infatti, che è diviso da una infinità di isole e di banchi, vi sono dappertutto correnti velocissime che rendono la navigazione di

[1] Vedi Varenio, *Geographia generalis*, p. 140.

questo mare molto pericolosa e che hanno, in generale, direzioni simili a quelle dei venti o delle maree che le producono. 456

Non soltanto tutte le ineguaglianze del fondo del mare devono formare le correnti, ma anche le coste devono produrre un effetto in parte simile. Tutte indistintamente fanno tornare indietro le acque a distanze piú o meno grandi, questo rifluire delle acque forma una specie di corrente che in particolari circostanze può diventare continua e impetuosa; la posizione obliqua di una costa, la vicinanza di un golfo o di qualche grande fiume, un promontorio, in una parola ogni ostacolo particolare che si oppone al movimento generale, produrrà sempre una corrente: ora, poiché niente è piú irregolare del fondo e delle sponde del mare, non si deve dunque piú rimanere sorpresi dal gran numero di correnti che vi si trovano quasi dappertutto. Del resto tutte queste correnti hanno una larghezza ben precisa che non varia, ma dipende da quella dell'intervallo che è fra le due alture che delimitano il suo letto. Le correnti scorrono nel mare come i fiumi scorrono sulla terra e vi producono effetti simili: scavano il loro letto, dànno alle alture, fra le quali scorrono, una forma regolare i cui angoli sono corrispondenti: sono, in una parola, queste correnti che hanno scavato le nostre vallate, modellato le nostre montagne e dato alla superficie della nostra terra, quando essa era sotto l'acqua del mare, la forma che essa conserva ancora oggi.

457 Se qualcuno dubiterà di questa corrispondenza degli angoli delle montagne, oserò fare appello agli occhi di tutti gli uomini, soprattutto dopo che avranno letto quanto ne è stato scritto qui: domanderò loro soltanto che viaggiando osservino la posizione delle colline opposte e le sporgenze che esse formano nei valloni; ognuno si convincerà allora coi propri occhi che il vallone era il letto e le colline gli argini delle correnti, dato che i lati opposti delle colline si corrispondono esattamente come i due argini di un fiume. Quando le colline a destra del vallone formano un sporgenza, le colline a sinistra formano una gola; queste colline hanno anche pressappoco la stessa altezza e capita

molto di rado di vedere una grande disparità di altezza fra due colline opposte e separate da un vallone: posso assicurare che piú ho osservato i contorni e le altezze delle colline, piú sono rimasto convinto della corrispondenza degli angoli e di questa loro somiglianza con i letti e le sponde dei fiumi, ed è proprio in seguito a queste continue osservazioni su una simile sorprendente regolarità e su una somiglianza da cui si rimane molto colpiti, che mi son venute le mie prime idee sulla teoria della terra; si aggiunga a questa osservazione quella sugli strati paralleli e orizzontali e quella sulle conchiglie disseminate in tutta la terra e incorporate in tutte le diverse materie, e ci si accorgerà che non è possibile raccogliere un numero maggiore di probabilità in un argomento di questa specie.

# ARTICOLO 14

## *Sui venti regolari* *

Niente sembra piú irregolare e piú variabile della forza e della direzione dei venti nelle nostre regioni; ma vi sono paesi in cui questa irregolarità non è cosí grande ed altri in cui il vento soffia costantemente nella stessa direzione e quasi con la stessa forza.

Benché i movimenti dell'aria dipendano da un gran numero di cause,** ve ne sono tuttavia alcune principali di cui si possono calcolare gli effetti, ma è difficile giudicare delle modificazioni che altre cause secondarie possono apportarvi. La piú forte di tutte queste cause è il calore del sole, che produce successivamente una notevole rarefazione nelle diverse parti dell'atmosfera, per cui si viene a formare il vento dell'est che soffia costantemente fra i tropici, dove la rarefazione è maggiore.

La forza di attrazione del sole, ed anche quella della luna sull'atmosfera, sono cause il cui effetto rimane inavvertito a paragone di quello di cui abbiamo parlato sopra; è vero che questa 459 forza produce nell'aria un movimento simile a quello del flusso e del riflusso nel mare, ma questo movimento è niente a paragone delle agitazioni dell'aria prodotte dalla rarefazione; infatti

non bisogna credere che l'aria, perché elastica ed 800 volte piú leggera dell'acqua, debba subire per l'azione della luna un movimento di flusso molto forte; per poco che vi si rifletta, si vedrà che questo movimento non è certo piú forte di quello del flusso e riflusso delle acque del mare. Infatti, supponendo la stessa distanza dalla luna, un mare di acqua o di aria, o di qualsiasi altra materia fluida si voglia immaginare, avrà pressappoco lo stesso movimento, perché la forza che lo produce penetra la materia ed è proporzionale alla sua quantità; cosí un mare di acqua, di aria o di argento vivo si solleverà pressappoco alla stessa altezza per l'azione del sole e della luna, e da questo ci si accorgerà che il movimento causato dall'attrazione degli astri nell'atmosfera non è cosí forte da determinare una grande agitazione;[1] * e benché essa debba causare un leggero movimento dell'aria da oriente ad occidente, esso rimane del tutto inavvertito a paragone di quello che il calore del sole produce rarefacendo l'aria; e poiché la rarefazione sarà sempre maggiore nei
*460* punti in cui il sole è allo zenith, è evidente che la corrente d'aria dovrà seguire il sole e formare un vento costante e generale da oriente ad occidente: questo vento soffia continuamente sul mare nella zona torrida e nella maggior parte delle regioni situate fra i tropici, è quel vento che noi sentiamo al levar del sole. In generale i venti dell'est sono molto piú frequenti ed impetuosi di quelli dell'ovest; questo vento generale che va da oriente ad occidente, si estende anche al di là dei tropici e soffia con tanta costanza nel Pacifico che i navigli che vanno da Acapulco alle Filippine, seguono questa rotta, che supera le 2700 leghe, senza nessun rischio e, per cosí dire, senza avere bisogno di essere guidati. La stessa cosa avviene nell'Atlantico, fra l'Africa e il Brasile, perché questo vento generale vi soffia costantemente; esso si fa sentire anche fra le Filippine e l'Africa, ma con una durata assai meno costante a causa delle isole e dei

[1] L'effetto di questa causa è stato determinato geometricamente secondo diverse ipotesi e calcolato dal d'Alembert. Vedi *Réflexions sur la cause générale des vents* (Parigi 1747).

diversi ostacoli che si incontrano su questo mare; infatti soffia durante i mesi di gennaio, febbraio, marzo ed aprile fra la costa del Mozambico e l'India, ma durante gli altri mesi cede agli altri venti; e benché esso sia meno avvertito sulle coste che in pieno mare, ed ancora meno al centro dei continenti che non sulle coste, tuttavia vi sono luoghi in cui soffia quasi continuamente, come sulle coste orientali del Brasile, sulle coste del Loango in Africa, eccetera.

Questo vento dell'est, che soffia continuamente sotto l'equatore, induce, quando si parte dall'Europa per andare in America, a dirigere il percorso del vascello da nord a sud nella direzione delle coste della Spagna e dell'Africa, fino a raggiungere il 20° grado al di qua della linea dell'equatore, dove si incontra questo vento dell'est che porta direttamente sulle coste dell'America; ed anche sul Pacifico si fa in due mesi il viaggio da Callao o da Acapulco fino alle Filippine, con l'aiuto di questo vento dell'est che è continuo; ma il ritorno dalle Filippine ad Acapulco è piú lungo e difficile. A 28 o 30 gradi al di qua della linea dell'equatore, si trovano venti dell'ovest assai costanti ed è per questo che i vascelli di ritorno dalle Indie Occidentali in Europa non prendono per tornare la stessa strada percorsa per andare; quelli che provengono dalla Nuova Spagna fanno vela lungo le coste in direzione nord, finché arrivano all'Avana nell'isola di Cuba, e di là piegano verso il nord per incontrare i venti dell'ovest che li spingono alle Azzorre e poi fino in Spagna; parimenti nel Mare del Sud, quelli che tornano dalle Filippine o dalla Cina per andare in Perú o nel Messico si dirigono verso il nord fino a raggiungere l'altezza del Giappone e navigano sotto questo parallelo fino a una certa distanza dalla California, di dove, seguendo la costa della Nuova Spagna, giungono ad Acapulco. Del resto questi venti dell'est non soffiano sempre dallo stesso lato, ma in genere da sud-est dal mese di aprile fino a quello di novembre, e da nord-est da novembre fino ad aprile.

Il vento dell'est contribuisce con la sua azione ad aumentare

461

462 il movimento generale del mare da oriente ad occidente; esso forma anche delle correnti costanti alcune delle quali si dirigono dall'est all'ovest, altre dall'est al sud-ovest o al nord-ovest, secondo la direzione delle alture e delle catene di montagne che sono sul fondo del mare, le cui vallate o i cui spazi fra l'una e l'altra servono di canali a queste correnti: anche i venti alterni, che soffiano sia dall'est che dall'ovest, producono correnti, che cambiano direzione quando essi la cambiano.

I venti che soffiano costantemente per qualche mese di seguito sono di solito seguiti da venti contrari, ed i navigatori sono obbligati ad aspettare quello loro favorevole; quando questi venti stanno per cambiare, vi sono vari giorni e talvolta un mese o due di calma o di tempeste pericolose.

Questi venti generali, causati dalla rarefazione dell'atmosfera, si combinano differentemente, secondo le diverse cause, nelle diverse regioni: in quella parte dell'Oceano Atlantico, che è sotto la zona temperata, il vento del nord soffia quasi costantemente nei mesi di ottobre, novembre, dicembre e gennaio: ecco la ragione per la quale sono questi i mesi piú favorevoli per imbarcarsi, quando si voglia andare dall'Europa in India, in modo da oltrepassare la linea dell'equatore col favore di questi venti; e si sa per esperienza che i vascelli che partono dall'Europa a marzo talvolta non arrivano in Brasile prima di quelli che partono nell'ottobre seguente. Il vento del Nord 463 soffia quasi costantemente durante l'inverno nella Nuova Zembla e nelle altre coste settentrionali; il vento del mezzogiorno soffia durante il mese di luglio al capo Verde: è allora la stagione delle piogge, cioè l'inverno di queste regioni; al Capo di Buona Speranza il vento del nord-ovest soffia durante il mese di settembre; a Patna, nell'India, questo stesso vento del nord-ovest soffia durante i mesi di novembre, dicembre e gennaio e porta grandi piogge, mentre i venti dell'est soffiano durante tutti gli altri nove mesi. Nell'Oceano Indiano, fra l'Africa e l'India fino alle Molucche, i monsoni soffiano da oriente ad occidente, da gennaio fino all'inizio di giugno, ed i venti d'occidente comin-

ciano ad agosto e a settembre; durante l'intervallo da giugno a luglio, vi sono grandissime tempeste, causate di solito dai venti del nord; sulle coste questi venti variano piú che in pieno mare.

Nel regno di Guzarate e sulle sue coste i venti del nord soffiano dal mese di marzo fino a quello di settembre, durante gli altri mesi dell'anno soffiano invece quasi sempre i venti del sud. Gli Olandesi, per tornare da Giava, partono di solito nel mese di gennaio e di febbraio, seguendo un vento dell'est che si fa sentire fino al 18° grado di latitudine australe, per poi incontrare dei venti del mezzogiorno che li portano fino a Sant'Elena.[1]

Vi sono venti regolari che si producono per lo scioglimento delle nevi: già gli antichi Greci lo avevano osservato. Durante l'estate sono i venti del nord-ovest e durante l'inverno quelli del sud-est a farsi sentire in Grecia, nella Tracia, nella Macedonia, nel Mare Egeo, fino in Africa e in Egitto; si notano venti della stessa specie nel Congo, a Guzarate, alla punta estrema dell'Africa, tutti causati dallo scioglimento delle nevi. Il flusso e riflusso del mare producono altresí venti regolari, che non durano piú di qualche ora; in vari luoghi si notano venti che soffiano dalla terra durante la notte e dal mare durante il giorno, per esempio sulle coste della Nuova Spagna, del Congo, alla Avana eccetera.

464

I venti del nord sono piuttosto regolari nelle regioni del circolo polare, ma piú ci si avvicina all'equatore, piú diventano deboli: questo fenomeno risulta comune ai due poli.

Nell'Oceano Atlantico ed Etiopico, soffia un vento che viene dall'est, caratteristico della zona fra i tropici, che dura tutto l'anno senza nessuna notevole variazione, ad eccezione di qualche ristretta zona in cui cambia secondo particolari circostanze e secondo la posizione delle coste: 1) vicino alla costa dell'Africa, appena oltrepassate le Canarie, siete sicuri di trovare un vento fresco del nord-est a circa 28 gradi di latitudine nord; questo vento si sposta raramente dal nord-est o dal nord-nord-est e

[1] Vedi VARENIO, *Geographia generalis*, cap. 20.

vi accompagna fino a 10 gradi di latitudine nord a circa 100 leghe dalla costa della Guinea, in cui si trovano al 4° grado di latitudine nord zone di calma e *tornados*; 2) quelli che vanno alle isole dei Caraibi si accorgono, avvicinandosi all'America, che questo stesso vento del nord-est gira sempre piú verso l'est
465 via via che ci si avvicina alla costa; 3) la durata di questi venti variabili nell'oceano è maggiore sulle coste dell'America che non su quelle dell'Africa. Vi è in questo oceano un punto in cui i venti del sud e del sud-ovest sono continui, precisamente lungo tutta la costa della Guinea per uno spazio di circa 500 leghe dalla Sierra Leone fino all'isola di S. Tomé: il punto piú stretto di questo mare è quello fra la Guinea e il Brasile, tratto che non supera le 500 leghe circa; tuttavia i vascelli che partono dalla Guinea non dirigono direttamente il loro corso al Brasile, ma scendono verso il sud, soprattutto quando partono nei mesi di luglio e di agosto, a causa dei venti del sud-est che soffiano in questo periodo.[1]

Nel Mar Mediterraneo, il vento soffia dalla terra verso il mare al tramontar del sole, mentre invece soffia dal mare alla terra al suo sorgere, cosí che di mattina soffia un vento di levante e di sera un vento di ponente; il vento del sud, che è piovoso e soffia di solito a Parigi, in Borgogna e nella Champagne all'inizio di novembre e che viene sostituito da un vento di tramontana dolce e temperato, produce quel periodo di bel tempo che volgarmente si chiama l'estate di San Martino.[2]

Il dottor Lister, buon osservatore in genere, sostiene che il vento dell'est, che soffia per tutto l'anno nella zona compresa fra i tropici, non è prodotto che dalla respirazione della pianta chiamata "lenticchia di mare", estremamente diffusa in queste regioni, e che la differenza dei venti sulla terra proviene dalla
466 diversa disposizione degli alberi e delle foreste, e considera molto seriamente questo ridicolo frutto della sua immaginazione quale causa dei venti, dicendo che a mezzogiorno il vento soffia piú forte, perché le piante hanno piú caldo e respirano

[1] Phil. Trans. abr., vol. 2, p. 129. [2] Vedi MARIOTTE, *Traité des eaux.*

l'aria con maggior frequenza, e che soffia da oriente ad occidente, perché tutte le piante sono in un certo senso girasoli, poiché respirano sempre dalla parte del sole.[1]

Altri autori, i cui punti di vista erano piú sani, hanno indicato quale causa di questo vento costante il movimento della terra intorno al suo asse;* ma questa opinione è solo speciosa ed è facile far capire alle persone, anche alle meno iniziate nella meccanica, che nessun fluido che circondasse la terra potrebbe avere un particolare movimento in virtú della rotazione della sfera, che l'atmosfera non può avere altro movimento se non quello di questa stessa rotazione e che, poiché tutto gira insieme e contemporaneamente, questo movimento di rotazione rimane inavvertito nell'atmosfera come sulla superficie della terra.

La principale causa di questo movimento costante è, come abbiamo detto, il calore del sole: si può vedere su ciò il Trattato dello Halley nelle "Philosophical Transactions". In generale tutte le cause che producono nell'aria una rarefazione, o una notevole condensazione, determineranno l'alzarsi di venti le cui direzioni saranno sempre dirette od opposte ai luoghi in cui vi sarà la maggiore rarefazione o la maggiore condensazione.

La pressione delle nubi, le esalazioni della terra, l'infuocarsi delle meteore, la trasformazione dei vapori in piogge eccetera sono tutte cause che producono agitazioni notevoli nell'atmosfera: ciascuna di queste cause, combinandosi in diverse maniere, produce diversi effetti. Mi sembra dunque che si tenterebbe inutilmente di dare una teoria dei venti e che bisogna limitarsi a lavorare per farne la storia:* seguendo questo punto di vista, ho riunito dei fatti che potranno servire a questo scopo. 467

Se noi avessimo una serie di osservazioni sulla direzione, la forza e la variazione dei venti nelle diverse regioni, se questa serie di osservazioni fosse esatta e abbastanza estesa da riuscire a far cogliere con un sol colpo d'occhio il risultato di queste vicissitudini dell'aria in ciascuna regione, non dubito che arriveremmo a quel grado di conoscenza da cui siamo ancora

[1] Phil. Trans., N. 156.

molto lontani, ad un metodo attraverso il quale potremmo prevedere e predire i diversi stati del cielo e la differenza delle stagioni; ma non è molto tempo che si fanno osservazioni meteorologiche, ed è ancor meno che si fanno con cura, e ne passerà forse ancora molto prima che si sappia applicarne i risultati, che sono tuttavia gli unici mezzi a nostra disposizione per giungere a qualche conoscenza positiva su questa materia.

Sul mare i venti sono piú regolari che sulla terra, perché il mare è uno spazio libero, in cui non c'è niente che si opponga alla direzione dei venti; sulla terra invece le montagne, le foreste, le città eccetera formano degli ostacoli che fanno cambiare la direzione dei venti e che spesso ne originano dei nuovi opposti ai primi. Questi venti, respinti dalle montagne, si fanno sentire in tutte le regioni che sono loro vicine con un'impetuosità che eguaglia spesso quella del vento diretto che li produce; essi sono inoltre molto irregolari, perché la loro direzione dipende dai contorni, dall'altezza e dalla posizione delle montagne che li respingono. I venti del mare soffiano con molta piú forza e con molta piú continuità di quelli di terra; sono anche molto meno variabili e durano piú a lungo; nei venti di terra, per violenti che possano essere, vi sono momenti in cui diminuiscono e talvolta anche istanti di assoluta calma; in quelli di mare la corrente d'aria è costante e continua senza alcuna interruzione: la differenza di questi effetti dipende dalla causa che abbiamo indicata.

468

In generale sul mare i venti dell'est e quelli che vengono dai poli sono piú forti dei venti dell'ovest e di quelli che vengono dall'equatore; nelle terre invece, i venti dell'ovest e quelli del sud sono piú o meno violenti dei venti dell'est e del nord, a seconda della posizione delle regioni. A primavera e in autunno i venti sono piú forti che non in estate o in inverno, sia sul mare che sulla terra; se ne possono fornire varie ragioni: 1) la primavera e l'autunno sono le stagioni delle piú forti maree, e di conseguenza i venti da loro causati sono piú forti in queste due stagioni; 2) il movimento che l'azione del sole e della luna

produce nell'aria, cioè il flusso e riflusso dell'atmosfera, è maggiore nella stagione degli equinozi; 3) lo scioglimento delle nevi a primavera, e la trasformazione dei vapori che il sole ha sollevato durante l'estate e che ricadono in piogge abbondanti durante l'autunno, causano o per le meno aumentano i venti; 4) il passaggio dal caldo al freddo o dal freddo al caldo non avviene senza che aumenti o diminuisca considerevolmente il volume dell'aria, fatto che da sé solo deve produrre dei venti fortissimi.

469

Si notano spesso nell'aria correnti contrarie: si vedono nubi che si muovono in una direzione ed altre, piú alte o piú basse delle prime, che si muovono in direzione contraria, ma questa opposizione di spostamenti non dura molto tempo e di solito è prodotta dalla resistenza opposta da qualche nube all'azione del vento che viene respinto e che resta solo a soffiare, quando l'ostacolo è dissolto.

I venti sono piú violenti nei luoghi alti che non nelle pianure; e piú si sale nelle alte montagne, piú la forza del vento aumenta fino a che non si arriva all'altezza che hanno di solito le nubi, circa un quarto o un terzo di lega di altezza perpendicolare; piú oltre il cielo appare generalmente sereno, per lo meno in estate e il vento diminuisce: si sostiene anche che esso non sia affatto avvertito sulle cime delle piú alte montagne; tuttavia poiché la maggior parte di queste cime, anche delle piú alte, è coperta di ghiacci e di neve, è naturale pensare che questa regione dell'aria sia mossa dai venti nel periodo della caduta delle nevi, per cui soltanto in estate i venti non vi si fanno sentire: non si potrà dire che in estate i vapori leggeri, che si alzano fino alla cima di queste montagne, ricadono in rugiada, mentre d'inverno si condensano, si gelano e ricadono in neve o in ghiaccio, fatto che in questa stagione può produrre venti sopra le montagne, benché non ve ne siano in estate?

470

Una corrente d'aria aumenta di velocità come una corrente di acqua quando lo spazio in cui essa scorre si restringe: lo stesso vento, che si fa sentire solo limitatamente in una pianura

larga e scoperta, diventa violento passando attraverso la gola di una montagna, o soltanto fra due costruzioni alte; il punto in cui la sua azione raggiunge la massima violenza, è proprio sopra queste due costruzioni o sopra la gola della montagna; l'aria, compressa dalla resistenza di questi ostacoli, acquista una maggiore massa e una maggiore densità, e rimanendo la stessa velocità, lo sforzo o colpo di vento, il *momentum* diviene molto piú violento. È per questo che, intorno a una chiesa o a una torre, i venti sembrano diventare molto piú forti di quanto non lo siano a una certa distanza da questi edifici. Ho spesso notato che il vento respinto da una costruzione isolata, continua ad essere molto piú violento di quanto non lo sia il vento diretto da cui esso è derivato, e quando ho cercato di darne le ragioni, non ne ho trovata altra di quella che ho detta: l'aria spinta si comprime contro la costruzione e torna indietro non soltanto con la velocità che aveva prima, ma con una forza molto maggiore, avendo aumentato ancora di piú la massa.

*471* Se si prende in considerazione solo la densità dell'aria, che è maggiore sulla superficie della terra che non in qualsiasi altro punto dell'atmosfera, si sarebbe indotti a credere che la piú forte azione del vento dovrebbe esercitarsi sulla superficie della terra e io credo che questo si verifichi tutte le volte che il cielo è sereno; ma quando è carico di nubi, l'azione piú violenta del vento si trova all'altezza di queste nubi che sono piú dense dell'aria, poiché cadono in forma di pioggia o di grandine. Dobbiamo dunque dire che la forza del vento si deve valutare non soltanto dalla sua velocità, ma dalla densità dell'aria, qualsiasi causa essa abbia, e che spesso potrà accadere che un vento, pur non essendo piú veloce di un altro, riesca a rovesciare alberi ed edifici, soltanto perché l'aria da esso spinta è piú densa: questo basta a dimostrare l'imperfezione delle macchine che sono state ideate per misurare la velocità del vento.

I venti particolari, diretti o riflessi che siano, sono piú violenti dei venti generali. L'azione interrotta dei venti di terra dipende da questa compressione dell'aria che rende ciascuna raffica molto

piú violenta di quanto lo sarebbe se il vento soffiasse uniformemente; per quanto forte sia il vento continuo, non causerà mai i danni di quei venti che soffiano, per cosí dire, all'improvviso: ne daremo degli esempi nell'articolo che segue.

Si potrebbero considerare i venti e le loro diverse direzioni sotto punti di vista generali da cui forse si potrebbero trarre induzioni utili: mi sembra, per esempio, che si potrebbero dividere i venti a zone, cosí il vento dell'est, estendentesi per circa 25-30 gradi da ciascun lato dell'equatore, esercita la sua azione intorno a tutto il globo nella zona torrida; il vento del nord soffia nella zona fredda quasi altrettanto costantemente del vento dell'est in quella torrida, e ci si è accorti che nella Terra del Fuoco e nei luoghi meno lontani dal polo australe in cui si è riusciti ad arrivare, il vento proviene ugualmente dal polo; cosí si può anche dire che, se il vento dell'est domina la zona torrida, i venti del nord dominano le zone fredde; i venti che soffiano nelle zone temperate non sono, per cosí dire, che correnti d'aria il cui movimento è composto da quello di quei due venti principali che devono produrre tutti i venti la cui direzione tenda ad ovest; i venti dell'ovest, la cui direzione è quella dell'oriente e che soffiano spesso nella zona temperata, sia dalla parte del Pacifico che da quella dell'Atlantico, possono venire considerati come venti respinti dalle terre dell'Asia e dell'America, ma la cui prima origine si deve far risalire ai venti dell'est e del nord. 472

Benché noi abbiamo detto che il vento dell'est soffia, in genere, tutt'intorno al globo per circa 25 o 30 gradi da ciascun lato dell'equatore, è tuttavia vero che in alcuni punti esso si estende a una assai minore distanza e che la sua direzione non è dappertutto quella est-ovest; infatti al di qua dell'equatore è in direzione est-nord-est, e al di là in direzione est-sud-est, e piú ci si allontana dall'equatore sia verso il nord, sia verso il sud, piú la direzione del vento diventa obliqua. L'equatore è la linea sotto la quale la direzione del vento dall'est all'ovest si mantiene piú costante; per esempio, nell'Oceano Indiano il 473

vento generale in direzione est-ovest non si estende oltre il 15° grado: andando da Goa al Capo di Buona Speranza, non si trova questo vento dell'est che al di là dell'equatore a circa 12 gradi di latitudine sud, mentre al di qua non si fa sentire affatto; ma quando poi si arriva al 12° grado di latitudine sud, si continua ad averlo fino al 28° grado. Nel mare che divide l'Africa dall'America vi è un tratto, che va dal 4° grado fino al 10° o 11° grado di latitudine nord, dove questo vento generale non si avverte; ma oltre questo 10° o 11° grado, esso soffia e si estende fino al 30° grado.

Vi sono anche molte eccezioni da fare sui venti monsoni le cui direzioni si alternano: alcuni soffiano piú o meno a lungo, altri si estendono a maggiori o minori distanze, altri sono piú o meno regolari, piú o meno violenti. Noi riferiremo qui, citandoli da Varenio, i loro principali fenomeni. "Nell'Oceano Indiano, fra l'Africa e le Indie fino alle Molucche, i venti dell'est cominciano a soffiare nel mese di gennaio e durano fino all'inizio di giugno: nel mese di agosto o di settembre cominciano i venti che si muovono in direzione opposta, venti dell'ovest 474 che soffiano per la durata di tre o quattro mesi; nell'intervallo fra gli uni e gli altri monsoni, cioè verso la fine di giugno, nel mese di luglio e all'inizio di agosto, non soffia su questo mare nessun vento regolare e scoppiano violente tempeste, provenienti dal settentrione.

"Questi venti sono soggetti a maggiori variazioni avvicinandosi alle terre. I vascelli possono partire dalla costa di Malabar, come dagli altri porti della costa occidentale della penisola indiana per andare in Africa, in Persia eccetera, solo dal mese di gennaio fino a quello di aprile o di maggio; infatti dalla fine di maggio e durante i mesi di giugno, luglio e agosto scoppiano cosí violente tempeste, portate dai venti del nord o del nord-est, che i vascelli non riescono a mantenere la rotta sul mare; invece dall'altra parte di questa penisola, cioè sul mare che bagna la costa di Coromandel, si può dire che non si conoscono queste tempeste.

"Si parte da Giava, da Ceylon e da vari altri luoghi nel mese di settembre per andare alle isole Molucche, perché il vento di occidente comincia a soffiare allora in questi paraggi; tuttavia quando ci si allontana dall'equatore di 15 gradi di latitudine australe, si perde questo vento dell'ovest e si ritrova un vento generale che in questo punto è un vento del sud-est. Per andare in Malacca si parte da Cochin nel mese di marzo, perché i venti dell'ovest cominciano a soffiare in questo periodo: questi venti dell'occidente si fanno dunque sentire in diversi periodi nel Mare delle Indie, per cui si parte in un dato periodo per andare da Giava alle Molucche, in un altro per andare da Cochin a Malacca, in un altro per andare da Malacca alla Cina e ancora in un altro per andare dalla Cina in Giappone. 475

"A Banda i venti d'occidente finiscono alla fine di marzo, durante il mese di aprile soffiano venti variabili e vi sono periodi di bonaccia, nel mese di maggio i venti d'oriente ricominciano con grande violenza; a Ceylon i venti d'occidente cominciano verso la metà di marzo e durano fino all'inizio di ottobre, quando tornano i venti dell'est o piuttosto dell'est-nord-est. A Madagascar, dopo la metà d'aprile fino alla fine di maggio, si hanno venti di nord e di nord-ovest, ma nel mese di febbraio e di marzo vi sono venti d'oriente e di mezzogiorno; dal Madagascar al Capo di Buona Speranza, il vento del nord e i venti collaterali soffiano durante i mesi di marzo e di aprile, nel golfo del Bengala il vento del sud si fa sentire con forza dopo il 20 aprile, mentre prima soffiano in questo mare venti del sud-ovest o del nord-ovest; i venti dell'ovest sono egualmente fortissimi nel Mare della Cina, durante i mesi di giugno e di luglio, che è anche il periodo migliore per andare dalla Cina in Giappone; ma per tornare dal Giappone alla Cina, sono i mesi di febbraio e di marzo da preferire, perché i venti dell'est o del nord-est soffiano a quell'epoca in questo mare.

"Vi sono venti che si possono considerare particolari a certe coste: per esempio, il vento del sud è quasi continuo sulle coste del Cile e del Perú; comincia all'incirca a 46 gradi di latitudine 476

sud, e si estende fino oltre Panama, cosa che rende il viaggio da Lima a Panama molto piú facile e breve del ritorno. I venti dell'occidente soffiano quasi continuamente o, per lo meno, molto frequentemente sulle coste della terra di Magellano e nei dintorni dello stretto di Le Maire; sulla costa di Malabar i venti del nord e del nord-ovest soffiano quasi continuamente; sulla costa della Guinea il vento del nord-ovest è egualmente molto frequente e a una certa distanza da questa costa, in pieno mare, si ritrova il vento del nord-est; i venti d'occidente soffiano sulle coste del Giappone nei mesi di novembre e di dicembre."

I venti alternati o periodici, di cui abbiamo parlato, sono venti di mare; ma vi sono anche venti periodici di terra che ritornano o in una certa stagione o in certi giorni od anche in certe ore; per esempio sulla costa di Malabar, dal mese di settembre fino a quello di aprile, soffia un vento di terra che proviene dall'oriente, si alza di solito a mezzanotte e cala a mezzogiorno e non si avverte piú quando ci si allontana di 12 o 15 leghe dalla costa; da mezzogiorno a mezzanotte soffia invece un vento di mare che è molto debole e che viene dall'occidente; sulla costa della Nuova Spagna in America, e su quella del Congo in Africa, soffiano venti di terra durante la notte e venti di mare durante il giorno; alla Giamaica i venti soffiano da tutte le parti contem- 477 poraneamente durante la notte ed i vascelli non possono allora giungervi con sicurezza né uscirne prima di giorno.

In inverno il porto di Cochin è inaccessibile, e non può uscirne nessun vascello, perché i venti vi soffiano con una tale impetuosità, che i bastimenti non riescono a guadagnare il mare: d'altra parte il vento dell'ovest che vi soffia con impeto, conduce alla foce del fiume Cochin una cosí grande quantità di sabbia che riesce impossibile ai navigli, ed anche alla barche, di entrarvi per sei mesi all'anno; ma i venti dell'est che soffiano durante gli altri sei mesi, rimandano queste sabbie verso il mare e rendono libera l'entrata al fiume. Nello Stretto di Bab el-Mandeb vi sono venti del sud-est che soffiano tutti gli anni

nella stessa epoca e che sono sempre seguiti da venti del nord-ovest. A San Domingo vi sono due venti diversi che si alzano regolarmente quasi ogni giorno: uno, che è un vento di mare, viene dall'oriente e comincia alle dieci del mattino, l'altro, che è un vento di terra e che viene dall'occidente, si alza alle sei o alle sette di sera e tira tutta la notte. Dalle narrazioni dei viaggiatori si potrebbero trarre altri fatti di questo genere, la cui conoscenza potrebbe forse condurci a dare una storia dei venti, che sarebbe un'opera utilissima per la navigazione e per la fisica.

## ARTICOLO 15

### *Sui venti irregolari, sugli uragani, sulle trombe, e su qualche altro fenomeno causato dall'agitarsi del mare e dell'aria*

I venti sono piú irregolari sulla terra che sul mare, sulle regioni alte che non su quelle pianeggianti. Le montagne non soltanto cambiano la direzione ai venti, ma esse stesse determinano venti costanti o variabili, a seconda delle diverse cause: lo scioglimento delle nevi che sono sopra le montagne produce di solito venti costanti che durano talvolta a lungo; i vapori che si fermano a ridosso delle montagne, accumulandovisi, determinano venti variabili, frequentissimi in tutte le regioni, e in questi movimenti dell'aria vi sono tante variazioni per quante sono le ineguaglianze della superficie terrestre. Dobbiamo limitarci a dare degli esempi e a riferire fatti che si sono verificati; e poiché manchiamo di un complesso di osservazioni concatenate sulla variazione dei venti ed anche su quella delle stagioni nelle di- 479 verse regioni, non pretendiamo spiegare tutte le cause di queste differenze e ci limiteremo ad indicare quelle che ci appariranno le piú naturali e le piú probabili.

Negli stretti, su tutte le coste sporgenti, all'estremità o nei dintorni di tutti i promontori delle penisole e dei capi, e in tutti i golfi angusti, i temporali sono frequenti; ma vi sono

inoltre mari molto piú burrascosi di altri. L'Oceano Indiano, il Mare del Giappone, il Mare di Magellano, quello della costa dell'Africa al di là delle Canarie e dall'altra parte verso la terra di Natal, il Mar Rosso, il Mar Vermiglio sono tutti molto soggetti alle tempeste; l'Oceano Atlantico è molto piú burrascoso del Grande Oceano, che è stato chiamato, per la sua calma, Mare Pacifico; tuttavia esso è completamente calmo solo fra i tropici e per un quarto delle zone temperate, ma piú si avvicina ai poli, piú è soggetto a venti variabili, il cui cambiamento improvviso causa spesso delle tempeste.*

Tutti i continenti terrestri sono soggetti a venti variabili che producono spesso effetti singolari: nel regno del Kashmir, circondato dalle montagne del Caucaso, si verificano sulla montagna Pir Panjal cambiamenti improvvisi, perché si passa, per cosí dire, dall'estate all'inverno nel giro di un'ora; vi soffiano due venti direttamente opposti, uno del nord e l'altro del sud che, secondo Bernier, si avvertono successivamente a meno di 200 passi di distanza. La posizione di questa montagna deve essere strana e meriterebbe di essere studiata. Nella penisola dell'India, che è attraversata da nord a sud dalla catena dei monti Gati, si ha l'inverno da un lato di queste montagne e l'estate dall'altro nella stessa epoca, di modo che sulla costa di Coromandel l'aria è serena, tranquilla e molto calda, quando in quella di Malabar, benché situata alla stessa latitudine, le piogge, i temporali, le tempeste rendono l'aria fredda, quanto può esserlo in questa regione e inversamente quando è estate a Malabar, è inverno a Coromandel. Questa stessa differenza si avverte ai due lati del Capo Ras Algat in Arabia: nella zona di mare che si trova al nord del capo regna una grande tranquillità, mentre nella zona che è a sud infuriano violente tempeste. La stessa cosa avviene nell'Isola di Ceylon: l'inverno e i grandi venti si fanno sentire nella parte settentrionale dell'isola, mentre nella zona meridionale si ha un bellissimo tempo estivo; ed al contrario quando la zona settentrionale gode della dolcezza dell'estate, la zona meridionale, a sua volta, è immersa in un'aria scura,

480

temporalesca e piovosa. Ciò capita non soltanto in varie zone del continente delle Indie, ma anche in molte isole: per esempio a Ceram, che è una lunga isola nelle vicinanze di Ambon, dove è inverno nel settentrione dell'isola quando è estate nel meridione, e lo spazio che divide le due stagioni non oltrepassa le tre o quattro leghe.

481 Durante l'estate in Egitto soffiano spesso venti del mezzogiorno cosí caldi da togliere il respiro; essi sollevano una tale quantità di sabbia, da sembrare che il cielo sia coperto da nubi spesse; questa sabbia è cosí fine ed è spinta con tanta violenza da penetrare dappertutto, anche nei cofani piú serrati: quando i venti durano vari giorni, causano malattie epidemiche spesso seguite da una grande mortalità. In Egitto piove molto raramente; tuttavia tutti gli anni vi sono alcuni giorni di pioggia, nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio; vi si formano sovente dense nebbie, piú frequenti delle piogge, soprattutto nei dintorni del Cairo: cominciano a novembre e continuano per tutto l'inverno, alzandosi prima che sorga il sole; durante tutto l'anno, quando il cielo è sereno, cade una rugiada cosí abbondante che si potrebbe scambiarla per una piccola pioggia.

In Persia l'inverno comincia a novembre e dura fino a marzo; il freddo è abbastanza forte da arrivare a formare il ghiaccio, cade molta neve sulle montagne e spesso un po' anche sulle pianure: dal mese di marzo fino a quello di maggio si alzano venti che soffiano con forza e che riportano il caldo, dal mese di maggio a quello di settembre il cielo è sereno ed il calore della stagione moderato durante la notte da venti freschi, che si alzano tutte le sere e che durano fino all'indomani mattina; anche in autunno si levano venti che, come in primavera,

482 soffiano con forza. Tuttavia, benché questi venti siano piuttosto impetuosi, raramente fanno scoppiare uragani e tempeste; ma spesso, durante l'estate, lungo il Golfo Persico si alza un vento molto pericoloso chiamato dagli abitanti *Samyel*, ancora piú caldo e terribile di quello dell'Egitto, di cui abbiamo parlato; questo vento è soffocante e mortale, la sua azione è quasi simile

a quella di un vortice di vapore infuocato, e non se ne possono evitare gli effetti se si ha la sfortuna di rimanerne avvolti. Anche sul Mar Rosso e in Arabia, si alza, d'estate, un vento della stessa specie che soffoca gli uomini e gli animali e che trasporta una cosí grande quantità di sabbia, da indurre molte persone a pensare che questo mare verrà, col passar del tempo, riempito dagli accumuli successivi delle sabbie che vi cadono. In Arabia vi sono spesso queste nubi di sabbia, che oscurano l'aria e formano turbini pericolosi. A Vera Cruz, quando il vento del nord soffia, le case della città sono quasi sotterrate sotto la sabbia da esso trasportata: anche a Negapatam, nella penisola dell'India, si alzano d'estate venti caldi cosí come a Petapuli e a Masulipatam: questi venti ardenti, che fanno morire gli uomini, fortunamente non durano a lungo, ma sono violenti e piú sono veloci, piú scottano, mentre invece tutti gli altri piú sono veloci, piú rinfrescano. Questa differenza proviene solo dal grado di calore dell'aria: se il calore dell'aria è inferiore a quello del corpo degli animali, il suo spostamento è rinfrescante, mentre se il calore dell'aria è superiore a quello del corpo, allora il suo spostamento non può che scaldare e bruciare. A Goa l'inverno, o piuttosto la stagione delle piogge e delle tempeste, è a maggio, giugno e luglio: senza la caduta di queste piogge, il caldo vi sarebbe insopportabile.

483

Il Capo di Buona Speranza è famoso per le sue tempeste e per la singolare nube che le causa: essa non sembra all'inizio che una piccola macchia rotonda nel cielo, che i marinai hanno chiamato "occhio di bue"; io credo che essa appaia cosí piccola solo perché si trova a una grandissima altezza. Fra tutti i viaggiatori che hanno parlato di questa nube, Kolbe mi sembra quello che l'ha osservata con maggiore attenzione; ecco che cosa egli dice:[1]

"La nube che si vede sulle montagne della 'Tavola', o del 'Diavolo', o del 'Vento', è formata, se non m'inganno, da un'infinità di piccole particelle spinte prima contro le montagne

[1] vol. I, pp. 224 e sgg.

del Capo, che si trovano ad est, dai venti del levante che soffiano quasi tutto l'anno nella zona torrida; queste particelle cosí spinte sono fermate nel loro cammino da queste alte montagne e si radunano tutte sul loro lato orientale; allora esse diventano visibili e formano piccoli mucchi o assembramenti di nubi che, essendo incessantemente spinte dal vento dell'est, si alzano fino alla cima di queste montagne, ma non vi restano ferme per molto tempo; costrette ad avanzare, esse si ficcano fra le colline che sono davanti a loro e in cui sono spinte e chiuse come in 484 un canale; il vento le spinge in basso e i lati opposti di due montagne le trattengono a destra e a sinistra; quando, sempre avanzando, giungono ai piedi di qualche montagna di fronte alla quale la campagna è un po' piú aperta, si estendono, si dispiegano e diventano nuovamente invisibili; ma ben presto sono spinte sulle montagne dalle nuove nubi che sopraggiungono dietro di loro ed arrivano cosí, piene di impeto, sulle montagne piú alte del Capo, che sono quelle del Vento e della Tavola, dove soffia proprio allora un vento del tutto opposto; là avviene uno spaventoso conflitto, esse sono spinte da dietro e respinte da davanti, per cui si formano orribili turbini sia sulle alte montagne di cui ho parlato, sia nella valle della Tavola in cui queste nubi vorrebbero precipitare. Quando il vento del nord-ovest cede il campo di battaglia, quello del sud-est aumenta e continua a soffiare con maggiore o minore violenza durante il suo semestre; si rinforza quando la nube dell'Occhio di bue si fa densa, perché le particelle che vengono ad ammassarsi dietro si sforzano di avanzare; diminuisce quando diviene meno densa, perché allora vi sono meno particelle che spingono da dietro; cade completamente quando la nube non è piú visibile, perché non giungono dall'est nuove particelle o non ne arrivano a sufficienza; la nube infine non si dissolve affatto o piuttosto sembra pressappoco della stessa grandezza, perché nuova materia viene a sostituire quella che si dissipa davanti.

485 "Tutte queste circostanze del fenomeno conducono ad una ipotesi che ne spiega bene tutti i suoi aspetti: primo, dietro la

montagna della Tavola si nota una specie di tracciato o una scia di leggere nebbie bianche che, cominciando dal pendio orientale di questa montagna, arriva fino al mare ricoprendo, con tutta la sua estensione, le montagne di Pietra. Sono rimasto molto spesso a contemplare questa scia di nubi che, secondo me, era causata dal rapido passaggio, dalle montagne di Pietra a quelle della Tavola, delle particelle di cui ho parlato sopra.

"Queste particelle, da me immaginate, devono essere estremamente ostacolate nella loro marcia da frequenti colpi e contraccolpi causati non soltanto dalle montagne, ma anche dai venti del sud e dell'est che soffiano nelle regioni intorno al Capo. È questa la mia seconda osservazione: ho già parlato delle due montagne che sono poste sulle punte della Baia di Falso, o falsa baia: una di queste montagne si chiama Labbro pendente, l'altra Norvegia. Quando le particelle, che io ho immaginato, sono spinte su queste montagne dai venti dell'est, esse sono respinte dai venti del sud che le portano sui monti vicini; vi si fermano per un po' di tempo sotto forma di nubi, proprio come accadeva loro sulle due montagne della Baia di Falso, trattenendovisi forse anche un po' di piú. Queste nubi sono spesso molto fitte sull'Olanda Ottentotta, sulle montagne di Stellenbosch, di Drakenstein e di Pietra; ma soprattutto sulla montagna della Tavola e su quella del Diavolo.

"Infine ciò che conferma la mia opinione è che costantemente, due o tre giorni prima che comincino a soffiare i venti del sud-est, si scorgono sulla Testa del Leone piccole nubi nere che la coprono; queste nubi sono, a mio parere, composte dalle particelle di cui ho parlato; se il vento del nord-ovest soffia ancora nel momento in cui esse sopraggiungono, vengono fermate nel loro corso, ma non sono mai spinte molto lontano, finché si alza il vento del sud-est."

486

I primi navigatori che si sono avvicinati al Capo di Buona Speranza ignoravano gli effetti di queste nubi funeste, che sembrano formarsi lentamente, in tutta calma e senza che si avverta alcun movimento dell'aria e che d'un tratto fanno scoppiare la

tempesta e causano burrasche, che fanno colare a picco in fondo al mare i vascelli, soprattutto quando le vele sono spiegate. Anche nella terra di Natal si forma una piccola nube simile a quella dell'Occhio di bue del Capo di Buona Speranza e da questa nube si alza un vento terribile che produce gli stessi effetti; nel mare che si trova fra l'Africa e l'America, soprattutto sotto l'equatore e nelle zone vicine, si scatenano spessissimo tempeste di questa specie, e vicino alla costa della Guinea infuriano talvolta tre o quattro di questi uragani al giorno; sono causati ed annunciati, come quelli al Capo di Buona Speranza, da piccole nubi nere; il resto del cielo è di solito molto sereno ed il mare tranquillo. Il primo colpo di vento che esce da queste nubi è furioso e fa inabissare i vascelli in alto mare, se non si ha l'avvertenza di calare prima le vele; nel mare di Guinea, queste tempeste si scatenano soprattutto nei mesi di aprile, 487 maggio e giugno, perché in quella stagione non vi soffia nessun vento regolare; piú in basso, vicino alle coste del Loango, l'epoca di questi uragani sul mare è quella dei mesi di gennaio, febbraio, marzo e aprile. Dall'altra parte dell'Africa al Capo Guardafui, si hanno tempeste di questa specie nel mese di maggio e le nubi che le producono sono di solito al nord come quelle del Capo di Buona Speranza.

Tutte queste tempeste sono dunque causate dai venti che escono da una nube con una direzione che va da nord a sud o da nord-est a sud-ovest, eccetera; ma vi sono tempeste d'altra specie, che si chiamano uragani, ancor piú violente, nelle quali i venti sembrano venire da tutte le parti; hanno un movimento a vortice e a gorgo cui nulla può resistere. La bonaccia precede di solito queste spaventose tempeste ed il mare sembra allora compatto come fosse ghiaccio; ma in un istante il furore dei venti alza le onde fino alle nubi. Vi sono punti nel mare ai quali non ci si può avvicinare, perché vi si alternano continuamente bonacce ed uragani di questa specie; gli Spagnoli li hanno chiamati *calmes* e *tornados*: i piú importanti sono vicino alla Guinea a 2 o 3 gradi di latitudine nord; si estendono per circa 300 o

350 leghe di lunghezza su altrettante di larghezza, che formano uno spazio di piú di 100 000 leghe quadrate; la bonaccia e le burrasche sono quasi continue su questa costa della Guinea e vi sono stati vascelli che sono rimasti bloccati per tre mesi nell'impossibilità di partire. *488*

Quando i venti contrari arrivano insieme in uno stesso punto, come ad un centro di incontro, producono con l'opporsi dei loro movimenti questi vortici e questi gorghi d'aria, come le correnti opposte producono nell'acqua mulinelli o gorghi; ma quando questi venti si imbattono in altri venti che da lontano controbilanciano la loro azione, allora girano intorno a un grande spazio nel quale regna una bonaccia perpetua: sono queste le bonacce delle quali parliamo, dalle quali spesso è impossibile uscire. Questi punti del mare sono segnati sui mappamondi del Senex, come anche le direzioni dei diversi venti che soffiano di solito in tutti i mari. In verità sarei portato a credere che la sola opposizione dei venti non potrebbe produrre questi effetti, se la direzione delle coste e la forma particolare del fondo del mare in questi punti non vi contribuissero; immagino dunque che le correnti, causate sí dai venti, ma guidate dalla forma delle coste e dalle ineguaglianze del fondo del mare, vengano a confluire tutte in questi punti e che le loro opposte e contrarie direzioni formino i *tornados* in questione in una pianura circondata da tutte le parti da una catena di montagne.

I gorghi non sembrano essere altro che mulinelli di acqua causati dall'azione di due o piú correnti opposte; l'Euripo, cosí famoso per la morte di Aristotele, risucchia e rigetta alternativamente le acque sette volte nelle ventiquattro ore: questo gorgo è vicino alle coste della Grecia. Cariddi, che è vicino allo stretto di Sicilia, rigetta e risucchia le acque tre volte ogni 24 ore: del resto non si è molto sicuri del numero delle varie alternanze di movimento in questi gorghi. Il dottor Placentia, nel suo trattato che ha per titolo *L'Egeo redivivo*, dice che l'Euripo ha dei movimenti irregolari per diciotto o diciannove giorni al mese e movimenti regolari per undici giorni, che di solito si *489*

ingrossa solo di un piede, raramente di due; egli dice anche che gli autori non sono d'accordo sul suo flusso e riflusso, asserendo alcuni che avvenga due volte, altri sette, altri undici, altri dodici, altri quattordici ogni ventiquattro ore, ma che Loirius, dopo averlo osservato per un giorno intero, aveva notato che avveniva ogni sei ore in modo evidente e in una forma cosí violenta, che avrebbe potuto far girare ogni volta le ruote di un mulino.

Il piú grande gorgo che si conosca, è quello del Mare di Norvegia; si dà per certo che abbia piú di venti leghe di perimetro; risucchia per sei ore tutto quello che gli capita intorno, acqua, balene, vascelli e restituisce poi tutto quello che ha risucchiato in altrettanto tempo.

Per spiegare questi gorghi, non è necessario immaginare sul fondo del mare fori ed abissi che inghiottiscono continuamente le acque; si sa che, quando l'acqua ha due direzioni contrarie, la risultante dei loro movimenti provoca un mulinello circolare e sembra formare un vuoto al centro di questa agitazione delle acque, come si può osservare nei vari punti in cui vi sono piloni che reggono le arcate dei ponti, soprattutto nei fiumi dal corso veloce; la stessa cosa si può dire dei gorghi del mare, che sono prodotti dal movimento di due o piú correnti contrarie; e poiché il flusso e il riflusso sono la causa principale delle correnti, di modo che durante il flusso esse assumono una direzione e durante il riflusso quella contraria, non c'è da meravigliarsi se i gorghi, formati da queste correnti, attraggano ed inghiottiscano, per piú ore, tutto ciò che li circonda e rigettino poi, per un tratto di tempo uguale, quello che hanno risucchiato.

490

I gorghi non sono dunque altro che mulinelli di acqua prodotti da correnti opposte, e gli uragani non sono che vortici o mulinelli di aria prodotti da venti contrari; questi uragani sono comuni nel Mare della Cina e del Giappone, in quello delle Antille e in varie altre zone, soprattutto vicino alle terre sporgenti ed alle coste alte, ma sono ancora piú frequenti sulla terra e gli effetti che ne risultano sono talvolta straordinari. "Ho visto, — dice Bellarmino, — e non lo crederei se non lo

avessi visto, una fossa enorme scavata dal vento e tutta la terra che prima conteneva, trasportata sopra un villaggio, ed al suo posto un'enorme buca spaventosa: questo villaggio ne fu completamente sepolto."[1] Si possono vedere nella "Histoire de l'Académie des Sciences" e nelle "Philosophical Transactions" i particolari degli effetti di vari uragani, che sembrano inconcepibili, e che si stenterebbe a credere veri, se i fatti non fossero attestati da un gran numero di testimoni oculari, veritieri e intelligenti. *491*

La stessa cosa si può dire delle trombe che i navigatori vedono sempre giungere pieni di timore e di stupore: esse sono molto frequenti vicino a certe coste del Mediterraneo, soprattutto quando il cielo è molto coperto ed il vento soffia contemporaneamente da piú parti; sono piú frequenti presso il Capo di Laodicea, il Capo Greco e quello del Carmelo che in tutte le altre parti del Mediterraneo. Presentano per lo piú la forma di tanti cilindri d'acqua che cadono dalle nubi, benché talvolta sembra, soprattutto quando si è a una certa distanza, che sia l'acqua del mare a sollevarsi.[2]

Ma bisogna distinguere due specie di trombe: la prima, quella di cui abbiamo parlato, non è che una nube fitta, compressa, racchiusa e ridotta ad occupare un piccolo spazio da venti opposti e contrari, che, soffiando contemporaneamente da piú parti, dànno alla nube la forma di un vortice cilindrico e fanno sí che l'acqua cada tutta insieme, a forma di cilindro; la quantità d'acqua è cosí grande e la caduta cosí precipitosa, che se disgraziatamente una di queste trombe cadesse su di un vascello, lo spezzerebbe e lo sommergerebbe in un istante. Si sostiene, e forse con qualche fondamento di verità, che, tirando sulla tromba diversi colpi di cannone carichi a palla, la si spezza e che lo spostamento d'aria prodotto la fa cessare assai rapidamente; questo ci fa ricordare l'effetto che raggiungono le campane suonate per spezzare le nubi apportatrici di tuoni e di grandine.* *492*

[1] Bellarmino, *De ascensione mentis in Deum.*

[2] Vedi i Viaggi di Shaw, vol. 2, p. 56.

L'altra specie di tromba si chiama tifone; molti autori hanno confuso il tifone con l'uragano, soprattutto parlando delle tempeste del Mare della Cina, che effettivamente è soggetto ad ambedue;* tuttavia essi hanno cause ben differenti. Il tifone non discende dalle nubi come la prima specie di tromba, non è soltanto prodotto dal vortice dei venti come l'uragano, ma si solleva dal mare verso il cielo con grande violenza e, benché somigli ai vortici che si alzano sulla terra ferma a spirale, ha un'altra origine.

Spesso, quando i venti sono violenti ed opposti, gli uragani alzano vortici di sabbia, di terra e spesso sollevano e trascinano in questi vortici le case, gli alberi, gli animali. I tifoni del mare invece restano allo stesso posto e non hanno altra causa all'infuori dei fuochi sotterranei; infatti il mare si trova in quei momenti in grande ebollizione e l'aria è cosí satura di esalazioni sulfuree che il cielo sembra nascosto da una crosta del colore del cuoio, benché non vi sia nessuna nube e si possano vedere attraverso questi vapori il sole e le stelle: è a questi fuochi sotterranei che si deve attribuire la tiepidezza del Mare della 493 Cina d'inverno, dove questi tifoni sono frequentissimi.[1]

Daremo ora qualche esempio di come essi si formino; ecco ciò che ne dice Thévenot nel suo Viaggio nel Levante:

"Noi vedemmo delle trombe nel Golfo Persico fra le isole Quesomo, Lareca e Ormus. Credo che poche siano le persone che hanno osservato le trombe con l'attenzione con la quale io le osservai in quell'occasione, e forse non sono mai state fatte le osservazioni che il caso mi ha concesso di fare; le esporrò con la semplicità che ho sempre mantenuto nel corso di tutto il racconto del mio viaggio, per rendere le cose interessanti e piú facili a comprendersi.

"La prima che apparve ai nostri occhi era in direzione nord o di tramontana, posta fra noi e l'isola di Quesomo, ad un tiro di fucile dal vascello; avevamo allora la prua volta a grecolevante o nord-est. In questo punto vedemmo prima di tutto

[1] Acta Erud., suppl. vol. I, p. 405.

bollire l'acqua che si era sollevata dalla superficie del mare di circa un piede; essa era biancastra e sopra c'era come un fumo nero assai spesso, tanto che rassomigliava a un mucchio di paglia cui fosse stato dato fuoco, ma che per ora si limitasse a fumare; ne proveniva un rumore sordo, simile a quello di un torrente che scende con grande violenza in un profondo vallone; ma questo rumore era mescolato ad un altro un po' meno cupo, simile al forte sibilo di un serpente o di un'oca; dopo un po' vedemmo come un tubo scuro che somigliava molto a una colonna di fumo, che saliva fino alle nubi girando molto rapidamente; sembrava grosso come un dito, e intanto continuava sempre a persistere lo stesso rumore. Poi la luce ce ne tolse la vista e capimmo che questa tromba era finita, perché vedemmo che non si alzava piú: la sua durata non aveva superato il quarto d'ora. Scomparsa la prima tromba, ne vedemmo un'altra dalla parte di mezzogiorno, che cominciò come la precedente; quasi subito dopo se ne formò un'altra simile, a lato di questa verso ponente, e immediatamente dopo una terza vicino a questa seconda; la piú lontana delle tre poteva essere a un tiro di moschetto da noi, sembravano tutte e tre mucchi di paglia alti un piede e mezzo o due, che fumavano molto ed emettevano lo stesso rumore della prima. Poi vedemmo altrettanti tubi sotto le nubi nei punti in cui l'acqua era sollevata, ciascuno largo nel punto in cui si univa alla nube, quanto lo è una tromba alla sua estremità piú larga: la sua forma, per farlo capire, era simile a una mammella o a una tetta di animale, tirata perpendicolarmente da qualche peso. Questi tubi sembravano bianchi, di un bianco trasparente: io credo che fosse l'acqua che contenevano, a farli apparire tali; infatti, probabilmente, essi si erano già formati prima di risucchiare l'acqua, a quanto si può giudicare da quello che accadde poi, ma vuoti non erano visibili, proprio come un tubo di vetro molto chiaro che, esposto di giorno a una certa distanza dai nostri occhi, non è visibile, se non è riempito da qualche liquido colorato. Questi tubi non erano diritti, ma curvati in alcuni punti e non

*494* *495*

erano neppure in posizione perpendicolare; dalle nubi cui parevano attaccati, fino al punto in cui risucchiavano l'acqua, erano molto inclinati: e la cosa piú singolare fu che quando la nube, cui era attaccata la seconda di queste tre trombe, fu spinta dal vento, anche questo tubo la seguí senza rompersi e senza lasciare il luogo da cui risucchiava l'acqua, ma, passando dietro il tubo della prima tromba, rimasero ambedue per un po' incrociate come a croce di sant'Andrea. All'inizio erano tutte e tre grosse come un dito, se si eccettua il punto in cui erano vicine alla nube dove, come ho già notato, diventavano piú grosse, ma in seguito la prima si ingrossò notevolmente, mentre sulle altre non ho piú molto da dire; infatti quella che si era formata per ultima, non durò molto piú di quella che avevamo visto dalla parte del nord. La seconda, verso mezzogiorno, durò circa un quarto d'ora, mentre la prima, da questa stessa parte, durò un po' di piú, procurandoci qualche timore ed è su questa che mi resta ancora qualcosa da dire. All'inizio il suo tubo era grosso come un dito, poi diventò grosso come un braccio e poi come una gamba ed infine come un grosso tronco d'albero, che un uomo arriverebbe ad abbracciare. Vedevamo distintamente attraverso questo corpo trasparente l'acqua che saliva 496 un po' serpeggiante e talvolta esso diminuiva sia in alto che in basso: allora somigliava proprio a un budello, pieno di una qualche sostanza fluida, che venisse pressato con le dita, o in alto per far scendere il liquido, o in basso per farlo salire, ed io mi convinsi che era la violenza del vento a produrre questi cambiamenti, facendo salire l'acqua molto rapidamente quando comprimeva il canale dal basso, e facendola scendere quando la comprimeva in alto. Poi diminuí talmente di grossezza che diventò piú sottile di un braccio, come un budello che venisse allungato, tirandolo perpendicolarmente; poi diventò grosso come una coscia, e di nuovo molto sottile, infine vidi che l'acqua sollevata sulla superficie del mare cominciava ad abbassarsi, e l'estremità del tubo che la toccava se ne staccò e si restrinse come se fosse stato legato; ma la luce che ci apparve improv-

visamente attraverso una nube che cambiò direzione, me ne tolse la vista; continuai a guardare ancora per un po' per vedere se riuscivo a scorgerlo di nuovo, perché avevo notato che per tre o quattro volte il tubo della seconda tromba, che si trovava anch'esso in direzione di mezzogiorno, ci era sembrato rompersi nel mezzo, ma che subito dopo lo avevamo rivisto intero: era stata la luce che ce ne aveva nascosta la metà. Ma ebbi un bel guardare con tutta l'attenzione possibile, non lo rividi piú e non si riformarono piú delle trombe, eccetera.

"Queste trombe sono molto pericolose sul mare; infatti se si abbattono su di un vascello, si mescolano alle vele: cosí che talvolta lo sollevano e poi lo lasciano ricadere, facendolo colare a picco, specialmente se si tratta di un piccolo vascello o di una barca; nel migliore dei casi se non sollevano il vascello, strappano tutte le vele, oppure lasciano cadere dentro al vascello tutta l'acqua che contengono, cosa che lo fa spesso colare a picco. Sono sicuro che molti vascelli di cui non si è piú avuta notizia siano periti per accidenti del genere, dal momento che anche troppi sono gli esempi di quelli la cui fine si è saputo con certezza essere cosí avvenuta."

497

Ritengo che vi siano molte illusioni ottiche nei fenomeni raccontati da questo viaggiatore, ma ho voluto riferire i fatti come egli ha creduto di vederli, perché qualcuno li possa o verificare o per lo meno paragonare a quelli raccontati da altri viaggiatori. Ecco la descrizione che ce ne dà Gentil nel suo Viaggio intorno al mondo:

"Alle undici di mattina, l'aria era carica di nubi, vedemmo intorno al nostro vascello, a una distanza di un quarto di lega, sei trombe di mare che si formarono con un sordo rumore, simile a quello che fa l'acqua scorrendo in canali sotterranei; questo rumore crebbe a poco a poco ed era simile al sibilo che fanno le corde di un vascello quando un impetuoso vento vi si mescola. Notammo, all'inizio, che l'acqua ribolliva e si alzava sopra la superficie del mare di circa un piede e mezzo; si scorgeva sopra a questo ribollimento una nebbia, o piuttosto

un fumo denso di un pallido colore, che veniva a formare una specie di tubo che saliva fino alle nubi.

498 "I tubi o manici di queste trombe si piegavano a seconda di come il vento spingeva le nubi alle quali essi erano attaccati e, nonostante la spinta del vento, non soltanto essi non si staccavano, ma sembrava anche che si allungassero per seguirli e si restringessero e si allargassero a misura che la nube si alzava o si abbassava.

"Questi fenomeni suscitarono in noi molto timore e i nostri marinai, invece di farsi coraggio, fomentavano la loro paura con i racconti che andavano seminando. Se queste trombe, essi dicevano, finiranno per cadere sul nostro vascello, lo solleveranno, lo lasceranno poi ricadere e lo sommergeranno; altri (e questi erano gli ufficiali) rispondevano con tono sicuro che esse non avrebbero sollevato il vascello, ma che questo, incontrandole sulla loro strada, avrebbe spezzato, opponendosi loro come ostacolo, la comunicazione che esse avevano con le acque del mare; queste trombe, piene di acqua come erano, avrebbero fatto ricadere tutta quella che racchiudevano perpendicolarmente sulla tolda della nave e l'avrebbero spezzata.

"Per evitare questa disgrazia, si abbassarono le vele e si caricò il cannone, perché, secondo la gente di mare, il rumore che esso fa spostando l'aria, fa scoppiare le trombe e le dissipa; ma non avemmo bisogno di ricorrere a questo rimedio; dopo che ebbero girato per un dieci minuti intorno al nostro vascello, alcune a un quarto di lega, altre a una distanza ancor minore, vedemmo che i canali si restringevano a poco a poco, poi si staccarono dalla superficie del mare ed infine si dissolsero." [1]

Sembra, dalla descrizione che questi due viaggiatori dànno delle trombe marine, che esse siano prodotte, per lo meno in 499 parte, dall'azione del fuoco o di un fumo che si solleva dal fondo del mare con grande violenza, e che esse siano molto diverse dall'altra specie di trombe che è prodotta dall'azione dei venti contrari, dalla forzata compressione e dall'improvvisa

[1] vol. I, p. 191.

dissoluzione di una o piú nubi, come lo descrive Shaw:[1] "Le trombe che ho avuto occasione di vedere, — egli dice, — mi sono sembrate cilindri di acqua che cadevano dalle nubi, benché, per la riflessione prodotta dalle colonne di acqua che scendono e per le gocce che si staccano dall'acqua da esse contenuta e che ricadono, sembri talvolta, soprattutto ad una certa distanza, che sia l'acqua a sollevarsi in alto sul mare. Per spiegare questo fenomeno si può supporre che i venti contrari, riunite le nubi in uno stesso punto, le costringano, comprimendole con violenza, a condensarsi e a scendere come vortici."

Bisogna ancora raccogliere molti di questi fatti prima di poter dare una spiegazione completa di tali fenomeni; mi sembra che, se vi sono sotto il mare terreni mescolati a zolfo, a bitume e a minerali, cosa della quale non si può dubitare, si può immaginare che queste materie, incendiandosi, producano una grande quantità di aria[2] come ne produce la polvere da sparo di un cannone, che questa quantità d'aria, prodottasi all'improvviso e straordinariamente rarefatta, esca fuori e salga velocemente, cosa che deve fare sollevare l'acqua e può produrre queste trombe che si alzano dal mare verso il cielo; e se per l'incendio delle sostanze sulfuree contenute da una nube si forma una corrente d'aria che scende perpendicolarmente *500* dalla nube fino al mare, tutte le parti acquee da essa contenute possono seguire la corrente d'aria e formare una tromba che cade dal cielo sul mare; ma bisogna confessare che la spiegazione di questa specie di tromba, come quella che abbiamo dato per il mulinello dei venti e la compressione delle nubi, non soddisfa in pieno; infatti si avrebbe ragione di domandarci perché non si vedano sulla terra cosí di frequente come sul mare, queste specie di trombe che cadono perpendicolarmente dalle nubi.

L'"Histoire de l'Académie", nell'anno 1727, fa menzione di una tromba di terra che apparve a Capestan nei pressi di Béziers:

[1] vol. 2, p. 56.
[2] Vedi l'Analisi dell'aria di HALES, e il Trattato dell'artiglieria di ROBINS.

era una colonna piuttosto nera che scendeva da una nube e arrivava, diminuendo sempre piú in larghezza, fino alla terra e terminava a punta; essa seguiva il vento che soffiava dall'ovest al sud-ovest, era accompagnata da una specie di fumo assai denso e da un rumore molto simile a quello di un mare molto agitato; strappò una grande quantità di germogli di olivo, sradicò alberi e perfino un grosso noce, che trasportò per quaranta o cinquanta passi, e segnò il cammino percorso con una larga traccia ben compressa, su cui sarebbero passate tre carrozze messe una di fianco all'altra; apparve poi un'altra colonna della stessa forma, che si riuní ben presto alla prima e, quando ambedue scomparvero, cadde una grande quantità di grandine.

Questa specie di tromba sembrava diversa dalle altre due e non è detto che contenesse acqua; da ciò che ne ho riferito, 501 come dalla spiegazione che ne ha data l'Andoque, quando comunicò l'osservazione di questo fenomeno all'Accademia, sembra che questa tromba fosse un vortice di vento addensato e reso visibile dalla polvere e dai vapori condensati che conteneva.[1] Nella stessa storia, nell'anno 1741, si è parlato di una tromba vista sul Lago di Ginevra: si trattava di una colonna la cui parte superiore andava a finire contro una nube assai nera, e la cui parte inferiore, che era piú stretta, terminava un po' al di sopra dell'acqua. Questa meteora non durò che qualche minuto e nell'istante in cui si dissipò si scorse un denso vapore che saliva dal punto in cui era apparsa: proprio là le acque del lago ribollivano e sembravano compiere uno sforzo per sollevarsi. L'aria rimase molto calma per tutto il tempo in cui apparve questa tromba, e quando essa si dissolse, non ne seguí né vento né pioggia.

"Con tutto ciò che sappiamo sulle trombe marine, — dice lo storico dell'Accademia, — non sarebbe questa una prova di piú che esse non si formano solo per un conflitto di venti e che sono quasi sempre prodotte da qualche eruzione di vapori

[1] Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1727, pp. 4 sgg.

sotterranei o anche vulcanici, di cui si sa, d'altra parte, che il fondo del mare non è privo? I vortici d'aria e gli uragani, creduti comunemente la causa di questi fenomeni, potrebbero dunque non esserne che l'effetto o una accidentale conseguenza." [1]

[1] Ibid., anno 1741, p. 20.

## ARTICOLO 16

### *Sui vulcani e sui terremoti*

Le montagne ardenti, chiamate vulcani, racchiudono nel loro seno lo zolfo, il bitume e le materie che servono ad alimentare un fuoco sotterraneo il cui effetto, piú violento di quello della polvere da sparo o del tuono, ha, in ogni tempo, stupito e spaventato gli uomini, desolato la terra. Un vulcano è un cannone enorme, la cui apertura supera spesso la mezza lega; questa larga bocca da fuoco vomita torrenti di fumo e di fiamme, fiumi di zolfo, di bitume e di metallo fuso, nubi di cenere e di pietre, e talvolta lancia a varie leghe di distanza enormi massi di roccia che tutte le forze umane riunite non riuscirebbero a spostare; la combustione è di proporzioni cosí enormi e la massa di materie incandescenti, fuse, calcinate, vetrificate che la montagna butta fuori, è cosí abbondante, da seppellire città e foreste, da coprire le campagne per 100 o 200 piedi di spessore, da formare talvolta
503 colline e montagne che non sono altro che mucchi di queste materie ammassate. L'azione di questo fuoco è cosí forte, la forza di questa esplosione cosí violenta da determinare per reazione scosse abbastanza forti da far tremare e sconvolgere la terra, agitare il mare, rovesciare le montagne, distruggere

le città e le costruzioni piú solide a distanze anche molto grandi.

Questi effetti, benché naturali, sono stati considerati fenomeni straordinari, e quantunque sia facile vedere in proporzioni ridotte effetti del fuoco assai simili a quelli dei vulcani, il fatto grandioso, qualsiasi sia la sua natura, ha cosí connaturata la capacità di meravigliarci, che io non rimango sorpreso se alcuni autori hanno considerato queste montagne spiragli di sfogo di un fuoco centrale e se il popolo le ha credute le bocche dell'inferno. La meraviglia produce il timore ed il timore fa nascere la superstizione: gli abitanti dell'isola d'Islanda credono che i muggiti dei loro vulcani siano le grida dei dannati, e le loro eruzioni le manifestazioni del furore e della disperazione di quei disgraziati.

Tutto ciò invece si riduce a semplice rumore, fuoco e fumo: come vi sono in una montagna vene di zolfo, di bitume, e di altre sostanze infiammabili, vi sono anche minerali e piriti che possono fermentare e che effettivamente fermentano tutte le volte che sono esposti all'aria o all'umidità; quando se ne trova riunita insieme una grandissima quantità, il fuoco vi si attacca e vi produce una esplosione proporzionale alla quantità delle materie incendiate, i cui effetti sono anch'essi piú o meno 504 grandi nella stessa proporzione; ecco che cosa è un vulcano per un fisico, al quale rimane facile riprodurre l'azione di questi fuochi sotterranei, mescolando insieme una certa quantità di zolfo e di limatura di ferro, sotterrata poi a una certa profondità, in modo da formare un piccolo vulcano i cui effetti siano del tutto simili, mantenendo la proporzione, a quelli dei vulcani grandi: infatti esso si incendierebbe solo a causa della fermentazione, butterebbe fuori la terra e le pietre che lo ricoprono e produrrebbe fumo, fiamme ed esplosioni.*

Vi sono in Europa tre famosi vulcani, l'Etna in Sicilia, l'Hecla in Islanda, e il Vesuvio in Italia, vicino a Napoli. L'Etna brucia da tempo immemorabile, le sue eruzioni sono violentissime e i materiali che butta fuori cosí abbondanti che si arriva a scavarvi fino a 68 piedi di profondità; negli scavi che vi sono stati

fatti sono venuti alla luce lastricati di marmo e tracce di una antica città che era stata coperta e sepolta sotto questo spessore di terra vomitata dal vulcano, proprio come la città di Eraclea venne coperta dai materiali eruttati dal Vesuvio. Nel 1650, nel 1669 e in altre epoche, si sono formate nuove bocche di fuoco nell'Etna: le fiamme e il fumo di questo vulcano si vedono da Malta, che si trova a 60 leghe di distanza; una colonna di fumo si alza continuamente dall'Etna, e vi sono periodi in cui questa montagna ardente vomita, con grande impeto, fiamme e materiali di ogni specie. Nel 1537 una sua eruzione causò un terremoto in tutta la Sicilia, durato dodici giorni, che distrusse un grandissimo numero di case e di costruzioni; 505 smise solo quando si aprí una nuova bocca di fuoco, che bruciò tutto per 5 leghe intorno alla montagna; le ceneri gettate dal vulcano erano cosí abbondanti e venivano lanciate con tanta forza, che arrivarono perfino in Italia, e alcuni vascelli, che erano lontani dalla Sicilia, ne furono danneggiati. Farelli descrive molto a lungo le eruzioni di questa montagna la cui base, stando a quanto egli ci dice, ha un perimetro di 100 leghe.

Questo vulcano ha ora due bocche principali, l'una piú stretta dell'altra; queste due aperture fumano sempre, ma il fuoco vi appare solo nel periodo delle eruzioni; si dice che pietre lanciate da questo vulcano siano state trovate a una distanza di 60 000 passi.

Nel 1683 vi fu in Sicilia un terribile terremoto, sempre causato da una violenta eruzione dell'Etna; esso distrusse interamente Catania e fece morire, in questa sola città, piú di 60 000 persone, senza contare quelle che perirono nelle città e nei villaggi vicini.

L'Hecla lancia i suoi fuochi attraverso i ghiacci e le nevi di una terra gelata; le sue eruzioni sono tuttavia violente quanto quelle dell'Etna e degli altri vulcani dei paesi meridionali. Esso getta grandi quantità di ceneri, di pietre pomici e talvolta, a quanto si dice, anche acqua bollente; non si può abitare fino a 6 leghe di distanza da questo vulcano e tutta l'isola d'Islanda

è piena di zolfo. Si può leggere la storia delle violente eruzioni dell'Hecla in Dithmar Bleffken.

Il Vesuvio, a quanto dicono gli storici, non ha sempre bruciato, ma ha cominciato solo nel periodo del settimo consolato di Tito Vespasiano e di Flavio Domiziano: essendosi scoperchiato, buttò prima pietre e rocce, e poi fuoco e fiamme in cosí grande quantità, che bruciarono due città vicine e ne uscirono fumi cosí densi che oscurarono la luce del sole. Plinio, che volle osservare questo incendio troppo da vicino, venne soffocato dal fumo.[1] Dione Cassio riferisce che questa eruzione fu tanto violenta, che il Vesuvio gettò ceneri e fumi sulfurei in cosí grande quantità e con un tale impeto, da farli arrivare fino a Roma, ed anche al di là del Mediterraneo in Africa e in Egitto. Una delle due città sepolte dalle materie vomitate in questa prima eruzione del Vesuvio fu Eraclea, ritrovata in questi ultimi tempi a piú di 60 piedi di profondità sotto queste materie, la cui superficie era diventata, col passar del tempo, terra coltivabile e coltivata. La relazione sulla scoperta di Eraclea è ora conosciuta da tutti: * ci sarebbe soltanto da augurarsi che qualcuno, dotato di inclinazione per la storia naturale e la fisica, si prendesse la briga di esaminare le diverse materie che compongono questo strato di terreno di 60 piedi, di osservarne contemporaneamente la disposizione e la posizione, le alterazioni da loro prodotte o da loro subite, la direzione che hanno seguito, la durezza che hanno acquistato, eccetera. *506*

Molto probabilmente Napoli sorge su di un terreno internamente cavo e pieno di minerali incandescenti, se è vero che il Vesuvio e la Solfatara hanno delle vie di comunicazione sotterranee. Quando il Vesuvio è in eruzione, dalla Solfatara escono infatti fiamme, e quando l'eruzione cessa, anche le lingue di fuoco spariscono. La città di Napoli si viene a trovare pressappoco a una eguale distanza dall'uno e dall'altra. *507*

Una delle ultime e piú violente eruzioni del Vesuvio è stata quella del 1737; la montagna vomitava da varie bocche larghi

[1] Vedi la lettera di Plinio il Giovane a Tacito.

torrenti di materiali metallici fusi e incandescenti, che si spandevano nella campagna e andavano a gettarsi nel mare. Montealègre, che comunicò la relazione su questa eruzione all'Accademia delle Scienze, osservò inorridito uno di questi fiumi di fuoco e vide che il suo percorso era di 6 o 7 miglia dalla sorgente fino al mare, la sua larghezza di 50 o 60 passi, la sua profondità di 25 o 30 palmi, ma in certi terreni bassi o nelle vallate raggiungeva i 120, la materia che scorreva era simile alle scorie che escono dalla fornace di una fucina, eccetera.[1]

In Asia, soprattutto nelle isole dell'Oceano Indiano, vi è un grande numero di vulcani: uno dei piú famosi è il Monte Alburs vicino al Taurus, a 8 leghe da Herat; la sua cima fuma continuamente e getta spesso fiamme ed altre materie in cosí grande quantità, che tutta la campagna circostante è coperta di ceneri. Nell'isola di Ternate c'è un vulcano che getta molta materia simile alla pietra pomice. Alcuni viaggiatori sostengono che esso ha un maggiore focolaio di incendi e esplode piú furiosamente nel periodo degli equinozi, che nelle altre stagioni dell'anno, perché soffiano allora dei venti che contribuiscono a incendiare la materia che alimenta questo fuoco da tanti anni.[2] L'isola di Ternate ha un perimetro di sole 7 leghe; si sale sempre dalla riva fino al centro dell'isola, dove il vulcano si alza a una notevole altezza, e sulla cui cima è molto difficile giungere. Scorrono sul dorso di questa montagna vari ruscelli di acqua dolce, e quando l'aria è calma e la stagione dolce, questo gorgo infiammato è un po' piú calmo di quando soffiano i grandi venti e scoppiano i temporali.[3] Ciò conferma quanto ho detto nel discorso precedente, e sembra dimostrare con evidenza che il fuoco che consuma i vulcani non viene dalla profondità della montagna, ma dalla cima o, per lo meno, da una assai limitata profondità, e che perciò il focolaio della combustione non è lontano dalla sua cima: se non fosse cosí, i grandi venti non

*508*

[1] Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1737, pp. 7 e 8.
[2] Vedi i Viaggi d'ARGENSOLA, vol. 1, p. 21.
[3] Vedi il Viaggio di SCHOUTEN.

potrebbero infatti contribuire alla sua combustione. Nelle Molucche vi sono alcuni altri vulcani. In una delle isole Maurizio, a 70 leghe dalle Molucche, ne sorge uno le cui manifestazioni sono violente come quelle della montagna di Ternate. L'isola di Sorca, una delle Molucche, era in altri tempi abitata; al suo centro si ergeva un vulcano, una montagna altissima. Nel 1693 questo vulcano eruttò bitume e materie infiammabili in cosí grande quantità, che si formò un lago ardente che si estese a poco a poco e tutta l'isola si inabissò e sparí.[1] Nel Giappone vi sono moltissimi vulcani, e nelle isole vicine i naviganti hanno notato varie montagne le cui cime gettano fiamme durante la notte e fumo durante il giorno. Anche nelle isole Filippine vi sono molte montagne ardenti. Uno dei piú famosi vulcani delle isole dell'Oceano Indiano, ed anche uno dei piú recenti, è quello vicino alla città di Panarucan, nell'isola di Giava; si è aperto nel 1586, non si ricorda che abbia precedentemente eruttato, e in quella sua prima eruzione spinse fuori una quantità enorme di zolfo, bitume e pietre. In quello stesso anno il monte Gounapi nell'isola di Banda, che bruciava soltanto da diciassette anni, si aprí e vomitò, con uno spaventoso rumore, rocce e materiali di ogni specie. Vi sono anche altri vulcani nelle Indie, per esempio a Sumatra, e nel nord dell'Asia oltre i fiumi Jenisca e Persida; ma questi due vulcani non sono molto ben conosciuti.

509

In Africa, vicino a Fez, vi è una montagna o piuttosto una caverna, chiamata Beni-Guazeval, che getta sempre fumo e talvolta fiamme. Una delle isole del Capo Verde, l'isola di Fogo, è una grande montagna che brucia continuamente; questo vulcano getta fuori, come gli altri, molte ceneri e pietre; i Portoghesi, che hanno varie volte tentato di costruirvi delle abitazioni, sono stati costretti ad abbandonare il loro progetto per timore degli effetti del vulcano. Alle Canarie il picco di Teneriffa, chiamato anche la montagna di Teyde, che passa per una delle montagne piú alte della terra, getta fuoco, ceneri e

510

[1] Phil. Trans. abr., vol. 2, p. 391.

grosse pietre; dalla sua cima scorrono verso sud, attraverso le nevi, ruscelli di zolfo fuso, che si coagula ben presto e forma nella neve delle vene, che si possono distinguere da molto lontano.

In America vi sono moltissimi vulcani, soprattutto nelle montagne del Perú e del Messico: quello di Arequipa è uno dei piú famosi; esso è spesso causa di terremoti, piú frequenti nel Perú che in qualsiasi altra regione del mondo. Il vulcano di Carrapa e quello di Malahallo sono, a sentire i viaggiatori, i piú grandi dopo quello di Arequipa, ma ve ne sono molti altri di cui non si ha una conoscenza esatta. Bouguer, nella relazione che ha dato del suo viaggio in Perú, nel volume dei "Mémoires de l'Académie" dell'anno 1744, parla di due vulcani, uno chiamato Cotopaxi e l'altro Pichincha, il primo a una certa distanza e l'altro molto vicino alla città di Quito; Bouguer è stato anche testimone di un incendio del Cotopaxi nel 1742 e dell'apertura di una nuova bocca in questa montagna, ma l'eruzione non causò altro danno oltre quello di avere sciolto tutta la neve che si trovava sulla montagna e di averne formato torrenti d'acqua cosí abbondanti che, in meno di tre ore, inondarono
511 una regione dell'estensione di 18 leghe e travolsero quanto trovarono sul loro passaggio.

Nel Messico vi sono vari vulcani, i piú importanti dei quali sono il Popochampeche e il Popocatepetl: fu proprio vicino a quest'ultimo vulcano che passò Cortez per andare nel Messico e vi furono alcuni Spagnoli che salirono fin sulla cima dove videro la sua bocca, che ha un perimetro di una mezza lega circa. Queste montagne di zolfo si trovano anche alla Guadalupa, a Terceira e nelle altre Azzorre; e se si volessero mettere nel numero dei vulcani tutte le montagne che fumano e dalle quali si innalzano anche delle fiamme, se ne potrebbero contare piú di sessanta; ma noi abbiamo parlato solo di quei vulcani che sono veramente importanti, nelle cui vicinanze non si ha il coraggio di abitare e che gettano pietre e sostanze minerali a una grande distanza.

Questi vulcani, che sono numerosissimi nelle Cordigliere, causano quasi continuamente, come ho già detto, dei terremoti, fatto che rende impossibile la costruzione di edifici di pietra con piú di un piano; e per non rischiare di rimanere schiacciati, gli abitanti di queste regioni del Perú costruiscono i piani superiori delle loro case solo con canne e legno leggero. In queste montagne vi sono anche molti precipizi e larghe aperture le cui pareti sono nere e bruciate come quelle del precipizio del monte Ararat in Armenia, chiamato l'Abisso: questi abissi sono le bocche degli antichi vulcani che si sono spenti.

512 Vi è stato da poco un terremoto a Lima, i cui effetti sono stati terribili: la città di Lima ed il porto di Callao sono stati quasi per intero inabissati, ma i disastri maggiori si sono avuti a Callao. Il mare ha coperto con le sue acque tutti gli edifici e annegato, di conseguenza, tutti gli abitanti; solo una torre è rimasta in piedi; di venticinque vascelli che erano in questo porto, quattro sono stati trascinati per una lega nell'entroterra ed il resto è stato inghiottito dal mare. A Lima, che è una grandissima città, sono restate in piedi solo ventisette case, un gran numero di persone sono state schiacciate, soprattutto monaci e monache, perché i loro edifici sono piú rialzati e sono costruiti con materiali piú solidi delle altre case; questa calamità è sopraggiunta nel mese di ottobre del 1746 durante la notte e la scossa è durata quindici minuti.

Sorgeva in altri tempi, vicino al porto di Pisco nel Perú, una città celebre, posta sulle rive del mare, ma essa fu quasi completamente distrutta e desolata dal terremoto del 19 ottobre 1682; infatti il mare, che aveva abbandonato i suoi naturali confini, inghiottí questa disgraziata città, che si è tentato di ricostruire un po' piú lontano, a un buon quarto di lega dal mare.

Se si consultano gli storici ed i viaggiatori, si troveranno relazioni di molti terremoti e di eruzioni di vulcani, i cui effetti sono stati terribili quanto quelli che abbiamo raccontato. Posidonio, citato da Strabone nel suo primo libro, riferisce che vi era una città, in Fenicia, situata vicino a Sidone, che venne 513

inghiottita da un terremoto, ed insieme ad essa venne inghiottito il territorio circonvicino ed anche i due terzi della città di Sidone; questo fenomeno però non avvenne all'improvviso, e la maggior parte degli abitanti ebbe il tempo di fuggire. Questo terremoto si estese per quasi tutta la Siria fino alle isole Cicladi e in Eubea, dove le fontane di Aretusa si inaridirono di colpo, e l'acqua non vi ricomparve che molti giorni dopo, zampillando da nuove sorgenti lontane dalle precedenti. Il terremoto continuò ad agitare l'isola ora in un punto, ora in un altro, fino a quando la terra non si aprí nella campagna di Lepanto e vomitò una grande quantità di terra e di materie incendiate. Plinio, nel suo primo libro al capitolo 84, riferisce che, sotto il regno di Tiberio, vi fu un terremoto che sconvolse dodici città dell'Asia; e nel suo secondo libro al capitolo 83, parla in questi termini di un prodigio causato da un terremoto: "Factum est semel (quod equidem in Etruscae disciplinae voluminibus inveni) ingens terrarum portentum Lucio Marco, Sex. Julio Coss. in agro Mutinensi. Namque montes duo inter se concurrerunt crepitu maximo adsultantes, recedentesque, inter eos flamma, fumoque in coelum exeunte interdiu, spectante e via Aemilia magna equitum Romanorum, familiarumque et viatorum multitudine. Eo concursu villae omnes elisae, animalia permulta, quae intra fuerant, exanimata sunt", eccetera. Sant'Agostino[1] dice che, a causa di un grande terremoto, venti città della Libia
*514* furono sconvolte. Al tempo di Traiano la città di Antiochia e una gran parte della regione circostante, furono inabissate da un terremoto; ed al tempo di Giustiniano, nell'anno 528, questa città fu distrutta per una seconda volta, sempre per la stessa causa, insieme a piú di 40 000 dei suoi abitanti; e 60 anni dopo, al tempo di san Gregorio, essa subí un terzo terremoto che fece piú di 60 000 vittime. Al tempo del Saladino, nel 1182, la maggior parte delle città della Siria e del regno di Gerusalemme, furono distrutte da terremoti. In Puglia e in Calabria si sono verificati terremoti piú che in qualsiasi altra parte d'Europa.

[1] *De miraculis*, II. 3.

Al tempo di Pio II, tutte le chiese e gli edifici di Napoli furono distrutti e vi furono quasi 30 000 morti; tutti gli abitanti che sopravvissero furono costretti a vivere sotto le tende, finché non ebbero rimesso a posto le loro case. Nel 1629 vi furono nella Puglia terremoti che fecero perire 7000 persone; e nel 1638 la città di Sant'Eufemia fu inghiottita e al suo posto è rimasto solo un lago maleodorante. Anche Ragusa e Smirne furono quasi completamente distrutte. Si ebbe nel 1692 un terremoto che si estese all'Inghilterra, alla Fiandra, all'Olanda, alla Germania e alla Francia, e che fece particolarmente sentire i suoi effetti sulle coste del mare e vicino ai grandi fiumi; esso sconvolse per lo meno 2600 leghe quadrate e durò solo due minuti: il movimento della terra fu avvertito piú nelle montagne che nelle vallate.[1] Nel 1688, il 10 di luglio vi fu un terremoto a Smirne che cominciò con un movimento da occidente ad oriente; essendosi aperte le sue quattro mura, per primo fu rovesciato il castello, che poi affondò di 6 piedi nel mare; questo castello che formava un istmo, è ora una vera isola, lontana dalla terra quasi 100 passi nel punto in cui è venuta a mancare la lingua di terra; le mura che andavano da ponente a levante sono crollate, quelle da nord a sud sono restate in piedi; la città, che si trova a 10 miglia dal castello, fu sconvolta subito dopo; la terra si aprí in vari punti, si udirono dei rumori sotterranei e si sentirono cinque o sei scosse fino al calar della notte, e la prima durò circa mezzo minuto; i vascelli che erano alla rada, furono squassati qua e là, il terreno, su cui sorgeva la città, si abbassò di 2 piedi; non è rimasto che un quarto circa della città e soprattutto le case che erano poste sopra rocce; da 15 000 a 20 000 furono le persone danneggiate da questo terremoto.[2] Nel 1695 in un terremoto che fu avvertito a Bologna, in Italia, si notò un fatto particolare: il giorno prima le acque erano diventate torbide.[3]

515

[1] Vedi RAY, *Discourses*, p. 272.
[2] Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1688.
[3] Ibid., anno 1696.

"A Terceira il 4 maggio 1614 si verificò un grande terremoto che fece crollare nella città di Angra undici chiese e nove cappelle, senza contare le semplici case e nella città di Praya il terremoto fu cosí forte che non rimase in piedi, si può dire, nemmeno una casa; il 16 giugno 1628 ve ne fu uno terribile
516 nell'isola di San Michele: il mare si aprí vicino all'isola e fece uscire dal suo seno, in un punto in cui vi erano piú di 150 tese di acqua, un'isola lunga piú di una lega e mezza ed alta piú di 60 tese."[1] "Ve ne era stato un altro nel 1591, cominciato il 26 luglio e durato nell'isola di San Michele fino al 12 del mese seguente; Terceira e Fayal furono squassate il giorno dopo, con tanta violenza da sembrare che girassero; ma queste spaventose scosse non vi si ripeterono che quattro volte, mentre invece a San Michele esse non cessarono un momento per piú di quindici giorni: gli isolani, abbandonate le loro case che cadevano davanti agli occhi di chi le aveva abitate, trascorsero tutto questo tempo esposti alle ingiurie dell'aria. Un'intera città chiamata Villafranca fu sconvolta fino alle fondamenta e la maggior parte degli abitanti schiacciati sotto le rovine, in vari luoghi le pianure si sollevarono, diventando colline ed in altri alcune montagne si appiattirono o cambiarono posizione; venne fuori dalla terra una sorgente di acqua viva che sgorgò per quattro giorni e che sembrò poi seccarsi d'un tratto; l'aria e il mare, ancora piú agitati, rimbombavano di un rumore che si sarebbe scambiato per il muggito di moltissime bestie feroci; molte persone morirono di spavento, non vi fu un solo vascello nei porti che non subisse danni e quelli che si trovavano ancorati o veleggiavano a 20 leghe circa dalle isole, furono ridotti ancora peggio. I terremoti sono frequenti nelle Azzorre: venti
517 anni prima se ne era avuto uno a San Michele che aveva rovesciato una montagna altissima."[2]

"A Manilla, nel mese di settembre del 1627, si verificò un terremoto che appiattí una delle due montagne chiamate Car-

[1] Vedi i Viaggi di MANDELSLO.
[2] Vedi *Histoire générale des Voyages*, vol. 1, p. 325.

vallos nella provincia di Cagayan; nel 1645 un terzo della città fu rovinata da un disastro simile e trecento persone vi perirono; l'anno seguente ne subí un altro ancora. I vecchi Indiani dicono che i terremoti erano una volta piú tremendi e che, per questo, si costruivano le case solo con legno, come fanno anche gli Spagnoli oltre il primo piano.

"Il gran numero di vulcani che c'è nell'isola, conferma quanto è stato detto fin qui, perché in certi periodi essi vomitano fiamme, scuotono la terra, hanno tutte le manifestazioni che Plinio attribuisce ai vulcani italiani, fanno cioè cambiare il letto ai fiumi, ritrarre i mari vicini, riempiono di cenere tutti i luoghi vicini e lanciano pietre molto lontano con un rumore simile a quello del cannone." [1]

"Nell'anno 1646, la montagna dell'isola di Machian si spaccò con un rumore ed un fracasso spaventosi, proprio per un terribile terremoto, fenomeno molto comune in quelle regioni; uscí tanto fuoco da questa fenditura che distrusse molti villaggi di negri con coloro che li occupavano e tutto ciò che c'era; ancora nel 1685, si vedeva questa straordinaria fenditura che probabilmente c'è anche oggi; veniva chiamata la 'rotaia di Machian', perché scendeva dall'alto in basso della montagna, quasi fosse stata una strada che vi era stata scavata, ma che da lontano sembrava solo una rotaia." [2]

518

L'"Histoire de l'Académie" fa menzione nei termini seguenti dei terremoti che sono avvenuti in Italia negli anni 1702 e 1703:

"I terremoti cominciarono in Italia nel mese di ottobre del 1702 e continuarono fino al luglio 1703; i paesi che ne soffrirono di piú, e che furono anche quelli in cui per primi i terremoti si fecero sentire, sono la città di Norcia con le sue dipendenze nello Stato della Chiesa e la provincia di Abruzzo, regioni contigue, situate ai piedi dell'Appennino, volte verso mezzogiorno.

"Spesso i terremoti sono stati accompagnati da rumori spa-

[1] Vedi il Viaggio di Gemelli Careri, p. 129.

[2] Vedi l'*Histoire de la conquête des Moluques*, vol. 3, p. 318.

ventosi nell'aria, e spesso si sono uditi questi rumori senza che si verificasse nessun terremoto, e anche il cielo rimaneva sereno. Il terremoto del 2 febbraio 1703, che fu il piú violento di tutti, fu accompagnato, per lo meno a Roma, da un cielo completamente sereno e da una grande calma nell'aria: durò a Roma mezzo minuto e all'Aquila, capitale degli Abruzzi, tre ore. Rovinò tutta l'Aquila, seppellí 5000 persone sotto le rovine, e produsse grandi devastazioni nei dintorni.

"Di solito gli spostamenti della terra vanno da nord a sud o pressappoco in quella direzione, cosa che è stata notata osservando il movimento delle lampade delle chiese.

"Si sono formate in un campo due aperture, da cui sono uscite con grande violenza moltissime pietre che l'hanno interamente coperto e reso sterile; dopo le pietre ne sono usciti due getti di acqua, che sorpassavano molto, in altezza, gli alberi di questa zona di campagna e che continuarono a zampillare per un quarto d'ora e arrivarono a inondare le campagne vicine: questa acqua era biancastra, simile all'acqua saponata e priva di qualsiasi sapore.

519

"Una montagna vicina a Sigillo, borgo lontano dall'Aquila 22 miglia, terminava in cima con una pianura piuttosto grande, circondata da rocce che venivano a formarle intorno come una muraglia. Dopo il terremoto del 2 febbraio c'è, al posto di questa piana, un abisso di ineguale larghezza, il cui diametro, nel punto piú largo, è di 25 tese e nel piú stretto di 20: non se ne è potuto trovare il fondo, benché si arrivasse fino a 300 tese di profondità. Nel momento in cui si formò questa apertura, si videro uscire delle fiamme e poi una grandissima colonna di fumo che durò tre giorni con qualche interruzione.

"A Genova il 1° e il 2 luglio 1703 vi furono due deboli terremoti: il secondo fu avvertito solo dalle persone che lavoravano sul molo; contemporaneamente nel porto il mare si abbassò di 6 piedi, tanto che le galere toccarono il fondo; il mare rimase cosí basso per un quarto d'ora.

"L'acqua sulfurea, che si trova nella zona fra Roma e Tivoli,

è diminuita 2 piedi e mezzo d'altezza, sia nel bacino che nel fossato. In vari punti della pianura chiamata Testina vi erano sorgenti e ruscelli d'acqua che formavano delle paludi impraticabili: oggi è tutto seccato. L'acqua del Lago Inferno è diminuita di 3 piedi; al posto di antiche sorgenti che si sono dissecate, ne sono sgorgate di nuove a circa una lega dalle prime, tanto da poterne, con molta probabilità, concludere che sono le stesse acque che hanno mutato la loro direzione."[1] 520

Lo stesso terremoto che nel 1538, presso Pozzuoli, formò il "Monte di Cenere", riempí contemporaneamente il Lago Lucrino di pietre, di terre e di ceneri, per cui oggi questo lago non è che un terreno paludoso.[2]

Vi sono terremoti che si fanno sentire in alto mare. Shaw riferisce che nel 1724, essendo a bordo della *Gazzella*, vascello algerino da cinquanta cannoni, si avvertirono tre violente scosse una di seguito all'altra, come se ogni volta fosse stato gettato, molto dall'alto, un peso di 20 o 30 tonnellate sulla zavorra; questo avvenne in un punto del Mediterraneo dove l'acqua era profonda piú di 200 braccia; egli riferisce, inoltre, che altri avevano avvertito in varie parti del mare terremoti ben piú forti, fra i quali uno a 40 leghe ad ovest di Lisbona.[3]

Schouten, parlando di un terremoto che avvenne alle Molucche, dice che le montagne furono squassate e che i vascelli, ancorati su 30 o 40 braccia di acqua, si agitarono come se avessero battuto contro la costa, contro delle rocce o contro dei banchi. "L'esperienza ci insegna — egli continua — che la stessa cosa capita tutti i giorni in alto mare, là dove non si riesce a trovare il fondo e che, quando la terra trema, i vascelli 521 si agitano all'improvviso anche nei luoghi in cui il mare rimane tranquillo."[4]

Gentil nel suo Viaggio intorno al mondo parla dei terremoti,

[1] Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1704, p. 10.
[2] Vedi Ray, p. 12.
[3] Vedi i Viaggi di Shaw, vol. 1, p. 303.
[4] Vedi vol. 6, p. 103.

cui ha assistito, nei termini seguenti: "Io ho fatto qualche osservazione — egli dice — su questi terremoti; la prima è che una mezz'ora prima che la terra si agiti, tutti gli animali sembrano presi da un grande terrore, i cavalli nitriscono, rompono le loro briglie e fuggono dalle scuderie, i cani abbaiano, gli uccelli spaventati e quasi storditi entrano nelle case, i ratti e i topi escono dai loro buchi, eccetera; la seconda è che i vascelli all'ancora si agitano con tanta violenza da sembrare che tutte le parti di cui sono composti si stacchino, i cannoni saltino sui loro affusti e gli alberi, in questa agitazione, spezzino le loro sartie: avrei stentato a crederlo se molte testimonianze unanimi non me ne avessero convinto. Non ho nessuna difficoltà a pensare che il fondo del mare sia una continuazione della terra e che, quando la terra è agitata, essa comunica questa sua agitazione alle acque che la coprono; ma ciò che non riesco a capire, è il movimento irregolare del vascello le cui strutture e parti, prese separatamente, partecipano a questa agitazione, come se tutto il vascello facesse parte della terra e non navigasse su una materia fluida; il suo movimento dovrebbe essere, al massimo, simile a quello cui sarebbe sottoposto in una tempesta; d'altra parte nel caso in questione, la superficie del mare era unita ed i suoi flutti non si sollevavano affatto; tutta l'agi- 522 tazione era interna, perché il vento non si mescolò affatto al terremoto. La terza osservazione è che, se la caverna della terra in cui è racchiuso il fuoco sotterraneo va da settentrione a mezzogiorno, e anche la città si allunga in questa direzione, tutte le case vengono rovesciate, mentre se questa vena o caverna produce il suo effetto investendo la città per largo, il terremoto fa meno disastri..." [1]

Succede che quando nei paesi soggetti ai terremoti si apre un nuovo vulcano, i terremoti finiscono e si fanno risentire solo durante le sue violente eruzioni, come è stato osservato nell'isola di San Cristoforo.[2]

[1] Vedi il Nuovo viaggio intorno al mondo del Gentil, vol. 1, pp. 172 e sgg.
[2] Phil. Trans. abr., vol. 2, p. 392.

Questi enormi disastri, causati dai terremoti, hanno fatto credere ad alcuni naturalisti che le montagne e le ineguaglianze della superficie della sfera fossero semplicemente il risultato degli effetti dell'azione dei fuochi sotterranei e che tutte le irregolarità da noi osservate sulla terra debbano essere attribuite a queste scosse violente e ai capovolgimenti che esse hanno prodotto. È questa, per esempio, l'opinione del Ray: egli crede che tutte le montagne siano state formate da terremoti e dall'esplosione dei vulcani, come è avvenuto per il Monte di Cenere, la Nuova Isola vicino a Santorino eccetera, ma egli non ha fatto caso che queste piccole elevazioni, formate dall'eruzione di un vulcano o dall'azione di un terremoto, non sono internamente composte di strati orizzontali, come lo sono tutte le altre montagne;* infatti, scavando nel Monte di Cenere, si trovano pietre calcinate, ceneri, terre bruciate, scorie di ferro, pietre pomice, tutto mescolato e confuso come in un mucchio di scorie. D'altra parte se i terremoti ed i fuochi sotterranei avessero prodotto le grandi montagne della terra, come le Cordigliere, il monte Taurus, le Alpi eccetera, la forza straordinaria che avrebbe sollevato questi massi enormi, avrebbe nello stesso tempo distrutto gran parte della superficie terrestre e l'effetto del terremoto sarebbe stato di una violenza inconcepibile, dato che i piú famosi terremoti, di cui la storia fa menzione, non hanno avuto sufficiente forza da sollevare montagne: per esempio, al tempo di Valentiniano I vi è stato un terremoto che si estese a tutto il mondo conosciuto, come riferisce Ammiano Marcellino (libro 26, capitolo 14), e tuttavia non riuscí a sollevare nessuna montagna.

523

È tuttavia vero che, calcoli alla mano, si potrebbe stabilire che un terremoto tanto violento da sollevare le piú alte montagne, non lo sarebbe abbastanza per spostare il resto del globo.

Supponiamo infatti, per un momento, che la catena di alte montagne che traversa l'America Meridionale, dalla punta delle terre di Magellano fino alle montagne della Nuova Granada e al Golfo di Darien, sia stata sollevata tutta insieme e prodotta da un terremoto, e calcoliamo l'effetto di questa esplosione:

524 questa catena di montagne è lunga circa 1700 leghe e larga in genere 40, se vi si comprendono anche le Sierre, che sono montagne meno alte delle Ande; la superficie di questo terreno è, dunque, di 68 000 leghe quadrate; suppongo che lo spessore della materia spostata dal terremoto sia di una lega, cioè che l'altezza media di queste montagne prese dalla cima fino ai piedi o piuttosto fino alle caverne che, in queste ipotesi, devono sorreggerle, non sia che di una lega, cosa che mi verrà facilmente accordata; osservo allora che la forza dell'esplosione o del terremoto avrà sollevato a una lega di altezza una quantità di terra eguale a 68 000 leghe cubiche. Ora, poiché l'azione è eguale alla reazione, questa esplosione avrà comunicato al resto del globo la stessa quantità di movimento; ma l'intero globo è di 12 310 523 801 leghe cubiche, da cui, togliendone 68 000, ne restano 12 310 455 801; la quantità di movimento cui saranno state sottoposte, sarà stata eguale a quella subíta da 68 000 leghe cubiche sollevate per una lega; donde si può constatare che la forza sufficiente a spostare 68 000 leghe cubiche e spingerle per una lega, non avrebbe spostato di un pollice il resto della terra.

Non vi sarebbe dunque un'assoluta impossibilità nel supporre che le montagne siano state sollevate dai terremoti, se la loro composizione interna, come la loro forma esteriore, non fosse chiaramente opera delle acque del mare. L'interno è composto da strati regolari e paralleli ripieni di conchiglie, ha una forma i cui angoli sono dappertutto corrispondenti: come credere che 525 questa composizione uniforme e questa forma regolare siano state prodotte da scosse irregolari e da improvvise esplosioni?

Ma poiché questa opinione ha prevalso presso alcuni fisici, e a noi sembra che la natura e gli effetti dei terremoti non siano stati ben compresi, crediamo necessario dare, a tal proposito, qualche idea che potrà servire a chiarire questa materia.

Poiché la terra ha subíto, alla sua superficie, grandi cambiamenti, si trovano, anche a profondità notevoli, fori, caverne, ruscelli sotterranei e vuoti che comunicano fra di loro attra-

verso fenditure e canali. Vi sono due specie di caverne: le prime sono quelle prodotte dall'azione dei fuochi sotterranei e dei vulcani, che solleva, squassa e getta lontano le materie che giacciono sopra e, nello stesso tempo, divide, fende e dissesta quelle che sono ai lati, venendo cosí a formare caverne, grotte, buchi, anfrattuosità; ciò avviene però solo nei pressi delle alte montagne, là dove si trovano dei vulcani, e questa specie di caverne, prodotte dall'azione del fuoco, sono piú rare di quelle della seconda specie, prodotte dalle acque. Noi abbiamo visto che i diversi strati che compongono il globo terrestre alla sua superficie, sono tutti interrotti da fenditure perpendicolari, di cui spiegheremo piú avanti l'origine. Le acque delle piogge e dei vapori, scendendo attraverso queste fenditure perpendicolari, si riuniscono, incontrando l'argilla, e formano sorgenti e ruscelli; esse cercano, spostandosi naturalmente, tutte le piccole cavità e i piccoli vuoti, e tendono sempre a scorrere e ad aprirsi delle strade fino a che trovano una uscita; trascinano nello stesso tempo sabbie, terre, ghiaie ed altre materie che possono dividere, e a poco a poco si aprono la strada, formano, all'interno della terra, piccole fosse o canali che servono loro di letto, escono infine sia alla superficie della terra, sia nel mare, in forma di fontane: le materie che trascinano lasciano dei vuoti la cui estensione può essere molto grande, e che formano, a loro volta, grotte e caverne la cui origine, come si vede, è ben diversa da quella delle caverne prodotte dai terremoti.

*526*

Vi sono due specie di terremoti, gli uni, causati dall'azione dei fuochi sotterranei e dall'esplosione dei vulcani, si fanno sentire a piccole distanze e nei periodi in cui i vulcani sono in attività o nel periodo immediatamente precedente alla loro apertura; quando le materie che formano i fuochi sotterranei fermentano, si riscaldano e si incendiano, il fuoco fa forza da tutte le parti e, se non trova per vie naturali una uscita, solleva la terra e si apre un passaggio spingendola, il che basta a dare origine a un vulcano, i cui effetti si ripetono e durano in proporzione alla quantità di materie infiammabili. Se la quantità di

materie che si incendiano non è molto abbondante, può verificarsi un sollevamento di terreno, una scossa, un terremoto, senza che per questo nasca un vulcano; l'aria prodotta e rare-
527 fatta dal fuoco sotterraneo può, in tal caso, trovare delle piccole uscite attraverso le quali verrà fuori, ed allora non si avrà che un terremoto senza eruzione e senza vulcano; ma quando la materia infiammata è in grande quantità ed è racchiusa in mezzo a materie solide e compatte, allora si avrà la scossa e nascerà il vulcano; tutte queste scosse però costituiscono solo la prima specie dei terremoti e non squassano che una zona limitata. Una eruzione violentissima dell'Etna, per esempio, potrà causare un terremoto in tutta la Sicilia, ma non si estenderà mai a distanze di 300 o 400 leghe. Quando nel Vesuvio si è formata qualche nuova bocca di fuoco, si sono fatti sentire dei terremoti a Napoli e nelle zone vicine al vulcano; ma questi terremoti non hanno mai scosso le Alpi, né si sono comunicati alla Francia o ad altre regioni lontane dal Vesuvio. I terremoti prodotti dall'attività dei vulcani hanno dunque un campo piuttosto ristretto: essi sono esattamente il risultato della reazione del fuoco e scuotono la terra, come l'esplosione di una polveriera produce una scossa e uno spostamento sensibili a varie leghe di distanza.

Ma vi è un'altra specie di terremoti ben diversa negli effetti e forse nelle cause: sono i terremoti che si fanno sentire a grandi distanze e che scuotono un lungo tratto di terreno senza che compaia nessun nuovo vulcano né che vi sia nessuna eruzione.
528 Si hanno esempi di terremoti, che sono stati contemporaneamente avvertiti in Inghilterra, in Francia, in Germania, e perfino in Ungheria; questi terremoti si estendono sempre molto piú in lunghezza che in larghezza, scuotono una striscia o una zona di terreno con maggiore o minore violenza in diversi punti e sono quasi sempre accompagnati da un rumore sordo, simile a quello di una grossa vettura che corra velocemente.

Per ben capire quali possano essere le cause dei terremoti di questa specie, bisogna ricordarsi che tutte le materie infiam-

mabili, che siano anche detonanti, producono, incendiandosi, come la polvere da sparo, una grande quantità di aria; questa aria prodotta dal fuoco è molto rarefatta e, per la compressione in cui si trova all'interno della terra, deve causare effetti violentissimi. Supponiamo dunque che a una grande profondità, per esempio a 100 o 200 tese, si trovino piriti e altre materie sulfuree e che, in seguito alla fermentazione prodotta dall'infiltrarsi delle acque o per altre cause, esse si incendino, e osserviamo ciò che accade: anzitutto queste materie non sono disposte regolarmente a strati orizzontali, come le vecchie materie che sono state formate dal sedimento delle acque; si trovano invece nelle fenditure perpendicolari, nelle caverne ai piedi di queste fenditure e negli altri punti in cui le acque possono esercitare la loro azione e penetrare. Incendiandosi, produrranno una grande quantità d'aria, il cui sforzo per uscire, compresso in un piccolo spazio, quale può essere quello di una caverna, non soltanto scuoterà il terreno che gli starà sopra, ma cercherà dei passaggi per scappar via e trovare un libero sfogo. Le strade che si presenteranno, saranno i fossati e le caverne formate dalle acque e dai ruscelli sotterranei; l'aria rarefatta si precipiterà impetuosamente attraverso tutti questi passaggi che le si offriranno già aperti e, passando attraverso queste strade sotterranee, diventerà una corrente di vento furioso il cui rumore si farà udire sulla superficie della terra e ne accompagnerà lo squassamento e le scosse. Questo vento sotterraneo, prodotto dal fuoco, si estenderà alla distanza cui giungono le cavità e i fossati sotterranei e causerà un terremoto piú o meno violento, via via che si allontanerà dal focolaio e troverà passaggi piú o meno stretti; poiché questo spostamento avverrà in lunghezza, lo scuotimento si avrà nello stesso senso ed il terremoto si farà sentire per tutta la lunghezza di una vasta zona di terreno. Quest'aria non produrrà nessuna eruzione, né farà nascere nessun vulcano, perché avrà trovato sufficiente spazio per estendersi, oppure delle uscite, e sarà venuta fuori sotto forma di vento e di vapore. E quand'anche non si volesse

529

ammettere che vi siano effettivamente delle strade sotterranee attraverso le quali questa aria e questi vapori, anch'essi sotterranei, possono passare, si capisce bene che, nel luogo stesso in cui avviene la prima esplosione, essendosi il terreno sollevato a una considerevole altezza, necessariamente tutto quello che si trova vicino a questa zona si divide e si spacca orizzontalmente per seguire il movimento di quel terreno che per primo si è mosso, il che basta a formare delle vie attraverso le quali, succes- 530 sivamente, si può comunicare il movimento fino a una grande distanza: questa spiegazione si accorda con tutti i fenomeni che si verificano. Non è nello stesso istante né alla stessa ora che un terremoto si fa sentire in due luoghi distanti, per esempio, 100 o 200 leghe. Non si uniscono né fiamme, né eruzioni a questi terremoti che si estendono lontano, ed il rumore che li accompagna quasi sempre segna il movimento progressivo di questo vento sotterraneo. Si può ancora confermare quanto abbiamo detto ora, collegandolo ad altri fatti; si sa che le miniere esalano dei vapori indipendentemente dai venti prodotti dalla corrente delle acque, vi si constatano spesso correnti di aria malsana e vapori soffocanti; si sa anche che vi sono sulla terra cavità, abissi, laghi profondi, che producono dei venti, come per esempio il Lago di Boleslaw in Boemia, di cui abbiamo già parlato.

Compreso bene tutto ciò, non capisco come si possa credere che i terremoti abbiano prodctto le montagne, se causa di questi terremoti sono i minerali e le sostanze sulfuree che si trovano in genere solo nelle fenditure perpendicolari delle montagne e nelle altre cavità della terra, la maggior parte delle quali è stata formata dalle acque: queste materie, incendiandosi, causano solo una esplosione istantanea e venti violenti che seguono le strade sotterranee scavate dalle acque. La durata dei terremoti è in effetti solo momentanea alla superficie della terra 531 e di conseguenza può esserne causa solo una esplosione e non un incendio di lunga durata; quei terremoti che scuotono un grande spazio e che si propagano a distanze considerevoli, ben lungi dal sollevare catene di montagne, non sollevano nem-

meno una massa di terra un po' rilevante e non producono la piú microscopica collina in tutta la lunghezza del loro percorso.

I terremoti sono in verità piú frequenti nei luoghi in cui vi sono dei vulcani, per esempio in Sicilia ed a Napoli, che non altrove. Si sa, dalle osservazioni fatte in varie epoche, che i piú violenti terremoti si hanno nei periodi delle grandi eruzioni dei vulcani; ma questi terremoti non sono quelli che si estendono piú lontano e non potrebbero mai far nascere una catena di montagne.

Si è talvolta osservato che le materie eruttate dall'Etna, dopo essersi raffreddate per un periodo di tempo che è durato vari anni e dopo essere state bagnate dall'acqua delle piogge, si sono riaccese ed hanno lanciato delle fiamme accompagnate da esplosioni assai violente, che hanno potuto anche causare un piccolo terremoto.

Nel 1669 durante una furiosa eruzione dell'Etna, che cominciò l'11 marzo, la cima della montagna si abbassò considerevolmente: se ne accorsero tutti quelli che avevano visto la montagna prima di questa eruzione,[1] fatto che sta a provare come il fuoco del vulcano venga piuttosto dalla cima, che non dalla profondità interna della montagna. Borelli è di questa stessa opinione: egli dice precisamente che "il fuoco dei vulcani non proviene né dal centro né dalla base della montagna, ma esce dalla cima e non si accende che a una piccolissima profondità."[2] 532

Il Vesuvio ha spesso rigettato durante le sue eruzioni grande quantità di acqua bollente. Ray, secondo il quale il fuoco dei vulcani proviene da grandissima profondità, dice che l'acqua del mare comunica con le caverne interne che si trovano ai piedi di questa montagna: ne dà come prova la secchezza e l'aridità della cima del Vesuvio ed il movimento del mare che, durante queste violente eruzioni, si allontana dalle coste e si abbassa al punto d'aver talvolta lasciato in secco il porto di Napoli. Ma quand'anche questi fatti fossero veri, non costituirebbero

[1] Phil. Trans. abr., vol. 2, p. 137.
[2] Vedi Borelli, *De incendiis montis Aetnae*.

un saldo fondamento per dimostrare che il fuoco dei vulcani viene da una grande profondità; infatti l'acqua che essi rigettano è sicuramente quella delle piogge, che penetra attraverso le spaccature e si raduna nelle cavità della montagna: si vedono scorrere acque vive e ruscelli dalla cima dei vulcani come ne scorrono da altre alte montagne; e poiché i vulcani sono scavati internamente ed hanno subíto piú scosse delle altre montagne, non c'è da meravigliarsi se le acque si sono radunate nelle caverne che si trovano nel loro interno, e se vengono poi gettate fuori durante le eruzioni insieme ad altre materie; per quanto riguarda il movimento del mare, esso deriva solamente dalla scossa comunicata alle acque dall'esplosione, che deve farle affluire o defluire secondo le diverse circostanze che accompagnano il fenomeno.

533 Le materie eruttate dai vulcani escono, nella maggior parte dei casi, sotto forma di un torrente di minerali fusi, che inonda tutti i dintorni della montagna; questi fiumi di materie liquefatte si estendono anche a notevoli distanze. Queste materie che sono in fusione, raffreddandosi, formano strati orizzontali o inclinati che sono simili, rispetto alla posizione, agli strati formati dai sedimenti delle acque; ma è sempre molto facile distinguere gli strati prodotti dallo spargimento delle materie gettate fuori dai vulcani, da quelli che hanno avuto per origine i sedimenti delle acque del mare: 1) perché questi strati non sono di eguale spessore in ogni punto; 2) perché contengono solo materie che si riconosce facilmente essere state calcinate, vetrificate o fuse; 3) perché non si estendono a grande distanza. Poiché nel Perú vi sono moltissimi vulcani e i piedi della maggior parte delle montagne delle Cordigliere sono ricoperti dalle materie che sono state eruttate da questi vulcani, non c'è da meravigliarsi che non si trovino conchiglie marine in questi strati di terra: sono state calcinate e distrutte dall'azione del fuoco, ma sono convinto che se si scavasse nella terra argillosa che, secondo Bouguer, è la comune terra della vallata di Quito, vi si ritroverebbero conchiglie, come si sono trovate dappertutto,

supponendo che questa terra sia effettivamente argillosa e non un terreno formato, come quello ai piedi delle montagne, da materie eruttate dai vulcani.

Si è spesso domandato perché i vulcani si trovino tutti sulle montagne alte: credo di avere in parte soddisfatto a questa domanda nel Discorso precedente, ma poiché non sono entrato in grandi particolari, ho creduto opportuno non finire questo articolo senza prima sviluppare quello che ho già accennato su questo argomento. 534

I picchi o le cime delle montagne erano in altri tempi ricoperti e circondati da sabbie e da terre che le acque pluviali hanno poi trascinato nelle vallate; sono restate solo le rocce e le pietre che formavano il nucleo della montagna: quest'ultimo, trovandosi allo scoperto e scalzato fino in fondo, sarà stato anche piú abbassato dalle offese dell'aria, il gelo ne avrà staccato grandi e piccoli massi che saranno rotolati in basso, e nello stesso tempo avrà fatto spaccare molte rocce sulla cima della montagna; quelle che avranno formato la base di questa cima, trovandosi scoperte, e non essendo piú sostenute dalle terre che le circondavano, avranno in parte ceduto e, distaccandosi le une dalle altre, avranno dato luogo a piccoli spazi vuoti: questo spostamento delle rocce situate piú in basso non sarà potuto avvenire senza comunicare a quelle piú alte un movimento ancora maggiore, che le avrà spaccate o separate le une dalle altre. In questo nucleo della montagna si saranno dunque venute a formare una infinità di piccole e grandi fenditure perpendicolari, dalla cima fino alla base delle rocce piú basse; le piogge saranno penetrate attraverso tutte queste spaccature e avranno staccato, all'interno della montagna, tutte le parti minerali e tutte le altre materie che saranno riuscite a distaccare e a sciogliere; quest'ultime avranno formato delle piriti, degli zolfi ed altre materie combustibili, e quando, col passar del tempo, queste materie si saranno accumulate in grande quantità, avranno fermentato ed incendiandosi avranno provocato le esplosioni e gli altri fenomeni caratteristici dei vulcani. Forse vi erano al- 535

l'interno di queste montagne anche ammassi di queste materie minerali già formate prima ancora che le piogge vi potessero penetrare; ma non appena si saranno formate aperture e spaccature, che avranno offerto un passaggio alle acque e all'aria, queste materie si saranno incendiate e avranno formato un vulcano. Poiché nessuno di questi movimenti può verificarsi nelle pianure, dove tutto è in riposo e niente può spostarsi, non c'è da sorprendersi se non vi è nessun vulcano nelle pianure e se li troviamo tutti sulle montagne alte.

Quando si sono aperte delle miniere di carbone fossile, che si trova di solito a una notevole profondità nell'argilla, è talvolta accaduto che il fuoco si è attaccato a queste materie. Vi sono anche miniere di carbone in Scozia, in Fiandra eccetera, che bruciano continuamente da molti anni: il contatto con l'aria può produrre tale effetto, ma questi fuochi che ardono nelle miniere, producono solo deboli esplosioni e non originano vulcani, perché in siffatti luoghi dove tutto è solido e compatto il fuoco non può svilupparsi in grandi proporzioni come nei vulcani, dove si trovano grandi cavità e vuoti che permettono all'aria di penetrare, l'incendio si deve necessariamente estendere e l'azione del fuoco può aumentare al punto di provocare i terribili effetti di cui abbiamo parlato.

## ARTICOLO 17

### *Sulle isole nuove, sulle caverne, sulle fenditure perpendicolari, eccetera*

Le isole nuove si formano in due modi: o all'improvviso per l'azione dei fuochi sotterranei, o lentamente per il deposito del limo delle acque. Noi parleremo anzitutto di quelle che debbono la loro origine alla prima di queste due cause. Gli antichi storici ed i viaggiatori moderni riferiscono a tal proposito dei fatti, sulla verità dei quali non si può certamente dubitare. Seneca assicura che al suo tempo l'isola di Terasia (oggi Santorino) apparve d'un tratto alla vista dei marinai. Plinio riferisce che in altri tempi tredici isole sorsero contemporaneamente dal fondo del Mare Mediterraneo, e che Rodi e Delo ne sono le principali; ma sembra da quello che egli ne dice, e che ne dicono anche Ammiano Marcellino, Filone eccetera, che queste tredici isole non siano state prodotte da un terremoto, né da un'esplosione sotterranea; esse sarebbero rimaste nascoste sotto le acque ed il mare, abbassandosi, le avrebbe lasciate, a sentir  loro, scoperte; Delo aveva anche il nome di Pelagia, come se, in altri tempi, fosse appartenuta al mare. Non sappiamo dunque se si debba attribuire l'origine di queste tredici isole all'azione dei fuochi sotterranei o a qualche altra causa che avrebbe pro-

dotto un abbassamento e una diminuzione delle acque del Mar Mediterraneo; Plinio riferisce che l'isola di Iera, vicino a Terasia, è stata formata da masse ferruginose e da terre lanciate dal fondo del mare, e nel capitolo 89 parla di molte altre isole formate alla stessa maniera; ma su questi fenomeni possiamo citare fatti piú certi e piú recenti.

All'alba del 23 maggio 1707, da questa stessa isola di Terasia o di Santorino, a due o tre miglia al largo, si vide come una roccia fluttuante; alcuni curiosi la raggiunsero e trovarono che questo scoglio, uscito dal fondo del mare, aumentava sotto i loro piedi e ne riportarono della pietra pomice e delle ostriche che la roccia, sollevata dal fondo del mare, portava ancora attaccate alla sua superficie. Due giorni prima della nascita di questo scoglio si era fatto sentire a Santorino un terremoto: questa nuova isola aumentò notevolmente fino al 14 giugno, senza nessun incidente, raggiungendo un perimetro di mezzo miglio, e 20 o 30 piedi di altezza; la terra era bianca e somigliava un po' all'argilla. Ma ecco che il mare cominciò ad agitarsi sempre piú, se ne sollevarono vapori che infettarono l'isola di Santorino, ed il 16 luglio si videro uscire tutte insieme, 538 dalla superficie del mare, 17 o 18 rocce che si riunirono. Tutto ciò avvenne in mezzo ad uno spaventoso rumore che durò per piú di due mesi, accompagnato da fiamme che si alzavano dalla nuova isola; essa aumentò sempre piú in ampiezza e in altezza e le esplosioni continuarono a lanciare rocce e pietre a piú di 7 miglia di distanza. La stessa isola di Santorino è stata considerata dagli antichi una nuova produzione e nel 726, nel 1427, e nel 1573, essa si è accresciuta di qualche nuova parte e nei suoi pressi si sono formate delle piccole isole.[1] Lo stesso vulcano, che ai tempi di Seneca ha formato l'isola di Santorino, ha prodotto, al tempo di Plinio, quella di Iera o di Vulcanella e, ai nostri giorni, lo scoglio di cui abbiamo parlato.

Il 10 ottobre 1720 si vide vicino all'isola di Terceira un fuoco piuttosto grande sollevarsi dal mare: alcuni naviganti, che gli

[1] Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1708, pp. 23 sgg.

si erano avvicinati per ordine del governatore, vi scorsero, il 19 dello stesso mese, un'isola che era fatta di fuoco e fumo, da cui si spargeva una straordinaria quantità di cenere che ricadeva lontana, come lanciata dalla forza di un vulcano e accompagnata da un rumore simile a quello di un tuono. Ci fu, nello stesso tempo, un terremoto che arrivò a farsi sentire nei dintorni e si notò sul mare una grande quantità di pietre pomice, soprattutto intorno alla nuova isola: queste pietre pomice galleggiano e se ne sono talvolta trovate moltissime anche in mezzo ai piú vasti mari.[1] L' "Histoire de l'Académie," nell'anno 1721, riporta, in occasione di questo avvenimento, che, dopo un terremoto nell'isola di San Michele, una delle Azzorre, è apparso a 28 leghe al largo, fra questa isola e Terceira, un torrente di fuoco che ha dato origine a due nuovi scogli.[2] Nel volume dell'anno seguente (1722) si trovano i particolari che seguono:

539

"Il Delisle ha comunicato all'Accademia molti particolari sulla nuova isola sorta fra le Azzorre, di cui noi avevamo fatto un brevissimo accenno nel 1721:[3] egli li ha tratti da una lettera del Montagnac, console a Lisbona.

"Il vascello su cui egli si trovava, si ancorò, il 18 settembre 1721, davanti alla fortezza della città di San Michele che si trova nell'isola dallo stesso nome, ed ecco che cosa ha saputo da un pilota del porto.

"La notte del 7 o 8 dicembre 1720, vi fu un grande terremoto nell'isola di Terceira e in quella di San Michele, distanti una dall'altra 28 leghe, e un'isola nuova venne fuori: si notò nello stesso tempo che la punta dell'isola di Pic, a 30 leghe di distanza, che prima aveva buttato lingue di fuoco, si era abbassata e non ne gettava piú; ma l'isola nuova mandava in continuazione una grossa colonna di fumo, che fu effettivamente scorta dal vascello su cui navigava il Montagnac, per tutto il tempo che esso rimase nelle sue vicinanze. Il pilota assicurò di aver

[1] Phil. Trans. abr., vol. 6, pt. 2, p. 154.
[2] Vedi p. 26. [3] Vedi p. 26.

fatto, a bordo di una scialuppa, il giro dell'isola, avvicinandosi quanto piú possibile. Dal lato sud gettò la sonda e ne allungò 60 braccia senza trovare il fondo; ad ovest trovò le acque molto diverse, perché per un tratto lungo $\frac{2}{3}$ di lega erano di un colore bianco che tendeva all'azzurro e al verde, come se sotto vi fosse un bassofondo; l'acqua sembrava che stesse per ribollire e a

540 nord-ovest, che era il punto da cui saliva il fumo, il pilota trovò 15 braccia d'acqua sopra un fondo di grossa sabbia, gettò una pietra in mare e vide, nel punto in cui era caduta, l'acqua ribollire e sollevarsi con impetuosità; essa era cosí calda sul fondo che fuse per due volte il sego intorno al piombo; il pilota osservò anche che da quella parte il fumo usciva da un piccolo lago limitato da una duna di sabbia; l'isola era pressappoco rotonda e abbastanza alta da essere scorta a 7 o 8 leghe di distanza in un giorno sereno.

"Si è appreso da una lettera di Adrian, console della Nazione francese nell'isola di San Michele, in data marzo 1722, che la nuova isola era notevolmente diminuita e che era quasi ridotta a fior d'acqua: con ogni probabilità, non sarebbe durata ancora per molto tempo."[1]

Si è dunque accertato, attraverso questi fatti e molti altri del tutto simili, che anche al di sotto delle acque del mare le materie infiammabili, racchiuse nel seno della terra, sono in agitazione e provocano violente esplosioni. I luoghi, dove ciò avviene, sono una specie di vulcani che si potrebbero chiamare sottomarini e che differiscono dai soliti vulcani solo per la poca durata della loro azione e la poca frequenza del loro effetto; infatti si capisce bene come il fuoco, una volta apertosi un passaggio, verrà estinto dall'acqua penetrata dentro: l'isola nuova lascia necessariamente un vuoto che l'acqua deve riempire e questa nuova terra composta solo dalle materie rigettate dal vulcano marino, deve perfettamente rassomigliare al Monte di

541 Cenere e alle altre alture che i vulcani terrestri hanno formato in vari luoghi; proprio nel periodo dello spostamento causato

[1] Vedi p. 22.

dalla violenza dell'esplosione, e durante questo movimento, l'acqua sarà penetrata in quasi tutte le cavità, spengendo, per un po' di tempo, questo fuoco sotterraneo. Probabilmente per questa ragione i vulcani sottomarini agiscono piú raramente dei vulcani soliti, benché le cause delle eruzioni degli uni e degli altri siano le stesse, e le materie che producono e alimentano questi fuochi sotterranei possano trovarsi sotto le terre coperte dal mare in cosí grande quantità come sotto le terre che sono allo scoperto.

Sono questi stessi fuochi sotterranei o sottomarini la causa di tutte le ebollizioni delle acque del mare, che i viaggiatori hanno notato in vari punti, e delle trombe di cui abbiamo parlato; essi producono anche temporali e terremoti che sono avvertiti tanto sul mare che sulla terra. Le isole formate da questi vulcani sono di solito composte di pietra pomice e di rocce calcinate e questi vulcani causano, come quelli della terra, terremoti e scosse violentissime.

Spesso sono stati visti sollevarsi dei fuochi dalla superficie del mare; Plinio ci dice che il Lago Trasimeno è apparso completamente incendiato per tutta la sua superficie. Agricola riferisce che, quando si getta una pietra nel Lago di Denstat che si trova in Turingia, essa sembra diventare una lingua di fuoco, mentre discende nell'acqua.

Infine la pietra pomice, che i viaggiatori ci assicurano di aver trovato in grande quantità in vari punti dell'oceano e del Mediterraneo, prova che in fondo al mare vi sono vulcani simili a quelli che noi conosciamo e che non ne differiscono né per le materie che gettano fuori, né per la violenza delle esplosioni, ma soltanto perché queste esplosioni si verificano piú raramente e durano assai poco. Tutto quello che si trova sulla superficie della terra si trova dunque in fondo al mare, perfino i vulcani.

A farci bene attenzione, si troveranno vari rapporti fra i vulcani della terra e quelli marini: gli uni e gli altri si trovano solo sulla cima delle montagne. Le isole Azzorre e quelle del-

l'Arcipelago non sono che cime di montagne, alcune delle quali arrivano a superare le acque, mentre altre rimangono al di sotto della loro superficie. Dalla relazione sull'isola, appartenente alle Azzorre, recentemente apparsa, si sa che il punto, da cui usciva il fumo, non era che a 15 braccia di profondità sotto l'acqua, il che dimostra come anche questo punto, paragonato con le profondità solite dell'oceano, debba essere la cima di una montagna. Si può dire la stessa cosa del terreno della nuova isola presso Santorino: non doveva trovarsi a una grande profondità sotto le acque, se aveva delle ostriche attaccate alle rocce che si sollevarono. Sembra anche che questi vulcani di mare abbiano talvolta, come quelli della terra, comunicazioni sotterranee, poiché la cima del vulcano del Picco San Giorgio, nell'isola di Pic, si abbassò quando la nuova isola delle Azzorre 543 sorse. Si deve anche osservare che queste nuove isole appaiono solo in prossimità di altre vecchie, e non si ha nessun esempio che ne siano apparse alla superficie dell'acqua in alto mare: si deve dunque considerare il terreno, su cui esse si trovano, come una continuazione di quello delle isole vicine; e quando queste isole hanno dei vulcani, non c'è da meravigliarsi se il terreno, che è loro vicino, contenga materie, adatte a formarne, che si possono incendiare sia per la sola fermentazione, sia per l'azione dei venti sotterranei.

Del resto, le isole prodotte dall'azione del fuoco e dai terremoti sono ben poche, si tratta di fenomeni rari; ma vi è un numero infinito di nuove isole prodotte dai limi, dalle sabbie e dalle terre che le acque dei fiumi o del mare trascinano e trasportano in vari punti. Alla foce di tutti i fiumi si formano ammassi di terra e banchi di sabbia, la cui estensione diventa spesso assai notevole tanto da formare isole di media grandezza. Il mare, ritirandosi ed allontanandosi da certe spiagge, lascia scoperte le parti piú alte del fondo, che vengono a formare tante isole nuove, mentre se occupa altre spiagge ne copre le parti piú basse e lascia apparire le piú alte che non è riuscito a superare, fatto che dà luogo alla formazione di altrettante isole

nuove; si nota, di conseguenza, che vi sono ben poche isole nel mezzo del mare e che esse sono quasi tutte vicine ai continenti, dove il mare le ha formate, ora allontanandosi ora avvicinandosi a queste diverse regioni.

L'acqua ed il fuoco, la cui natura è cosí diversa, addirittura contraria, producono dunque effetti simili, o che, per lo meno, ci sembrano tali, indipendentemente dalle produzioni particolari di questi due elementi; alcune di queste produzioni si rassomigliano al punto da scambiarsi, come il cristallo ed il vetro, l'antimonio naturale e quello fuso, le pepite naturali delle miniere e quelle ottenute artificialmente dalla fusione, eccetera. Nella natura vi sono una infinità di grandi effetti, prodotti dall'acqua e dal fuoco, tanto simili che si dura fatica a distinguerli: l'acqua, come si è visto, ha prodotto le montagne e formato la maggior parte delle varie isole, il fuoco ha innalzato qualche collina e qualche isola; la stessa cosa si può dire delle caverne, delle fenditure, delle aperture, degli abissi eccetera, alcuni dei quali trovano la loro origine nei fuochi sotterranei ed altri nelle acque sia sotterranee che esterne. *544*

Le caverne si trovano nelle montagne, mentre non si trovano mai, o solo raramente, nelle pianure; ve ne sono molte nelle isole dell'Arcipelago e in varie altre isole, proprio perché le isole non sono altro in genere che cime di montagne. Esse si formano, come i precipizi, per l'affondamento delle rocce o, come gli abissi, per l'azione del fuoco; infatti per fare di un precipizio o di un abisso una caverna, basta immaginare delle rocce puntellate che formano, nella loro parte superiore, delle volte, fatto che deve verificarsi frequentemente, quando esse subiscono delle scosse e vengono travolte. Le caverne possono essere prodotte dalle stesse cause che producono le spaccature, gli scuotimenti e gli abbassamenti dei terreni, cioè dalle esplosioni dei vulcani, dall'azione dei vapori sotterranei e dai terremoti: infatti questi fenomeni causano rovesciamenti e frane che devono a loro volta necessariamente formare caverne, cavità, aperture e anfrattuosità di ogni specie. *545*

La caverna di San Patrizio in Irlanda non è cosí grande quanto vuole la sua fama; la stessa cosa si può dire della caverna del Cane in Italia e di quella che getta fuoco nella montagna di Beni-Guazeval, nel regno di Fez. Nella provincia di Derby, in Inghilterra, vi è una grande caverna, molto importante e molto piú grande della famosa caverna di Bauman, vicino alla Foresta Nera, nel Brunswick. Ho saputo da una persona rispettabile per il nome e per il merito (il milord conte di Morton), che questa grande caverna, chiamata *Devil's hole*, presenta all'ingresso un'apertura molto ampia, grande quanto quella di una grandissima porta di chiesa, attraverso la quale scorre un grosso ruscello; inoltrandosi, la volta della caverna si abbassa tanto che, ad un certo punto, si è costretti, per continuare ad andare avanti, a mettersi sotto l'acqua del ruscello entro bigonce molto piatte, in cui ci si sdraia per passare sotto questa volta, bassa al punto da essere quasi toccata dall'acqua; ma dopo aver oltrepassato questo punto, la volta si rialza e si va ancora avanti sul fiume, finché la volta torna di nuovo a riabbassarsi e a toccare la superficie dell'acqua: è là il fondo della caverna
546 e la sorgente del corso d'acqua che ne esce; esso, in certi periodi, si ingrossa considerevolmente e allora trascina ed ammucchia sabbia in un punto della caverna che forma come un cul di sacco, la cui direzione è diversa da quella della caverna principale.

Nella Carniola, nei pressi di Potpechio, vi è una caverna molto ampia, nella quale si trova un grande lago sotterraneo. Vicino ad Adelsberg ve ne è un'altra nella quale si possono percorrere 2 miglia tedesche, e dove si trovano profondissimi precipizi.[1] Vi sono anche grandi caverne e belle grotte sotto le montagne di Mendip nel Galles, vicino alle quali si trovano delle miniere di piombo e delle querce sotterrate a 15 braccia di profondità. Nella provincia di Gloucester c'è una grandissima caverna chiamata *Pen park hole*, in fondo alla quale si trova l'acqua a 32 braccia di profondità e vi si trovano anche filoni di piombo.

[1] Acta Erud. (1689) p. 558.

Ci si accorge facilmente che la caverna di *Devil's hole* e le altre, dalle quali escono ricche fonti e ruscelli, sono state scavate e formate dalle acque che hanno trascinato sabbie e materie divise, che si trovano fra le rocce e le pietre, e si avrebbe torto a riportare l'origine di queste caverne agli sconvolgimenti dei terreni e ai terremoti.

Una delle piú singolari e grandi caverne che si conoscano, è quella di Antiparo, di cui Tournefort ci ha dato un'ampia descrizione: si trova dapprima una caverna rustica, larga circa 30 passi, divisa da alcuni pilastri naturali; fra i due pilastri che si trovano a destra, vi è un terreno che declina dolcemente, ma che diventa piú ripido fino al fondo della caverna per un tratto lungo 20 passi; è il passaggio per andare alla grotta o caverna interna, passaggio che non è altro che un buco molto oscuro, attraverso il quale si può entrare solo abbassandosi e con l'aiuto delle fiaccole. Si scende prima in un orrido precipizio con l'aiuto di un cavo che si deve avere la precauzione di attaccare all'entrata; ci si cala in un altro precipizio molto piú orrido, i cui lati sono molto inclinati e sono limitati a sinistra da abissi profondi. Si pone ai bordi di queste voragini una scala, per mezzo della quale si raggiunge, tremando, una roccia tagliata a picco; si continua a scivolare per luoghi un po' meno pericolosi, ma proprio quando si pensa di essere in un punto piú praticabile, il passo piú tremendo vi ferma, e se le guide non vi avvertissero o non vi fermassero, vi spacchereste la testa; per superarlo bisogna scorrere sul dorso di una grossa roccia e scendere una scaletta appositamente portata; quando si è arrivati in fondo alla scaletta, bisogna ancora lasciarsi scivolare per un po' su delle rocce, e infine si arriva alla grotta. Si sono percorse 300 braccia in profondità dalla superficie della terra; la grotta sembra avere 40 braccia di altezza su 50 di larghezza, è piena di grandi e belle stalattiti di diverse forme che scendono dalla volta e che si innalzano da terra.[1]

547

548

[1] Vedi il Viaggio nel Levante, pp. 188 sgg.

In quella parte della Grecia chiamata Livadia (*Achaia* dagli antichi), c'è una grande caverna in una montagna; essa in altri tempi era molto famosa per gli oracoli di Trofonio, ed è situata fra il Lago di Livadia e il vicino mare, che dista, dal punto piú vicino, 4 miglia: vi sono quaranta passaggi sotterranei, scavati nelle rocce, sotto un'alta montagna, attraverso i quali le acque del lago scorrono.[1]

In tutti i vulcani, in tutti i paesi che producono zolfo, in tutte le regioni che sono soggette ai terremoti, vi sono delle caverne: il terreno della maggior parte delle isole dell'Arcipelago è quasi dappertutto cavernoso; quello delle isole dell'Oceano Indiano, delle Molucche soprattutto, sembra sostenersi solo su volte e su concavità. Quello delle Azzorre, delle Canarie, delle isole del Capo Verde, e in generale il terreno di quasi tutte le piccole isole, è internamente scavato e ha caverne in vari punti; come abbiamo già detto, queste isole non sono infatti che cime di montagne, dove avvengono grandi sconvolgimenti sia per l'azione dei vulcani, sia per quella delle acque, del gelo, e delle offese dell'aria. Anche nelle Cordigliere, dove vi sono molti vulcani ed i terremoti sono frequenti, vi è un gran numero di caverne, come nel vulcano dell'isola di Banda, nel monte Ararat, che è un antico vulcano, eccetera.

549

Il famoso labirinto dell'isola di Candia non è opera della sola natura: Tournefort assicura che gli uomini vi hanno lavorato molto e si deve credere che questa caverna non sia la sola ingrandita da loro; essi ne formano tutti i giorni delle nuove scavando le miniere e le cave, e quando esse sono abbandonate per un lungo periodo di tempo, non è molto facile capire se questi scavi siano stati prodotti dalla natura o fatti dalle mani dell'uomo. Si conoscono cave molto estese, quella di Maastricht, per esempio, sorretta da piú di mille pilastri, alti 20 o 24 piedi, dove, a quanto si dice, potrebbero trovare rifugio 50 000 persone; lo spessore di terra e di roccia che è sopra, supera le 25 braccia; in vari punti di questa cava si trova l'acqua e vi sono

[1] Vedi la Geografia di GORDON (Londra 1733) p. 179.

piccoli stagni in cui si può abbeverare il bestiame, eccetera.[1] Nelle cave di sale in Polonia si trovano caverne ancora piú vaste. Di solito vi sono sempre vaste cave vicino a tutte le grandi città, ma qui non ne parleremo particolareggiatamente; d'altra parte il lavoro dell'uomo, per quanto grande possa essere, non occuperà che un ben piccolo posto nella storia della natura.

I vulcani e le acque, che producono all'interno della terra le caverne, formano all'esterno fenditure, precipizi e abissi. A *550* Gaeta, in Italia, vi è una montagna, che in altri tempi è stata spezzata da un terremoto, in modo tale da sembrare che la separazione sia stata fatta dalla mano degli uomini. Abbiamo già parlato della rotaia dell'isola di Machian, dell'abisso del monte Ararat, della porta delle Cordigliere e di quella delle Termopili, eccetera; possiamo aggiungervi la porta della montagna dei Trogloditi in Arabia, quella delle Scale in Savoia, che la natura si era limitata ad abbozzare e Vittorio Amedeo ha fatto terminare; le acque producono, come i fuochi sotterranei, notevoli sprofondamenti di terreno, frane, cadute di rocce, capovolgimenti di montagne di cui possiamo riportare vari esempi.

"Nel mese di giugno del 1714, una parte della montagna di Diableret, nel Vallese, cadde all'improvviso e tutta insieme, fra le due e le tre del pomeriggio, con un cielo tutto sereno; essa aveva una forma conica, rovesciò cinquantacinque capanne di contadini, sterminò cinquanta persone e piú di cento buoi e vacche, e un numero molto maggiore di bestiame minuto e coprí con i suoi detriti una buona lega quadrata; sulla regione calò una profonda oscurità causata dalla polvere; i mucchi di pietre, che si ammassarono in basso, erano alti piú di 30 pertiche (si tratta probabilmente di pertiche del Reno che misurano 10 piedi); questi ammassi hanno arrestato le acque facendo nascere nuovi laghi molto profondi; non vi è stata trovata traccia alcuna di materia bituminosa, né di zolfo o di calce cotta, né, di conseguenza, di fuoco sotterraneo: probabilmente la base di *551*

[1] Phil. Trans. abr., vol. 2, p. 463.

questa grande roccia si è imputridita da sé e si è ridotta in polvere."[1]

Si ha un interessante esempio di questi abbassamenti nella provincia di Kent vicino a Folkestone: le colline dei dintorni si sono progressivamente abbassate con un movimento che è rimasto inavvertito e senza nessun terremoto. Queste colline sono internamente formate di rocce, di pietre e di creta: per l'abbassamento subíto, hanno gettato nel mare rocce e terre che erano vicine: si può vedere la relazione di questo fatto ormai ben accertato nelle "Philosophical Transactions."[2]

Nel 1618 la città di Pleurs, in Valtellina, fu sepolta sotto le rocce ai piedi delle quali essa sorgeva. Nel 1678 vi fu una grande inondazione in Guascogna, causata dall'abbassamento di alcuni tratti di montagna, avvenuto nei Pirenei, che fece uscire le acque contenute nelle caverne sotterranee di queste montagne. Nel 1680, in Irlanda, ve ne fu una di proporzioni ancora maggiori, anch'essa causata dall'affondamento di una montagna dentro caverne piene di acqua. Si può spiegare facilmente la causa di tutti questi fenomeni: si sa che vi sono acque sotterranee in un'infinità di luoghi; esse, trascinando a poco a poco le sabbie e le terre attraverso le quali passano, possono via via distruggere lo strato di terra sul quale poggia una montagna; se questo strato di terra che le serve di base viene ad affondare
552 piú da una parte che dall'altra, la montagna si rovescia per forza, mentre se questa base affonda ovunque in maniera quasi eguale, la montagna affonda senza rovesciarsi.

Dopo aver parlato degli sprofondamenti, dei rovesciamenti e di tutto ciò che può accadere, per cosí dire, per accidente, nella natura, non dobbiamo passare sotto silenzio una cosa che è piú generale, piú comune e piú antica: cioè le fenditure perpendicolari che si trovano in tutti gli strati di terra. Queste fenditure si vedono e sono facili a riconoscersi non soltanto nelle rocce, nelle cave di marmo e di pietra, ma anche nelle argille e nelle

[1] Histoire de l'Académie des Sciences, anno 1715, p. 4.
[2] Phil. Trans. abr., vol. 4, p. 250.

terre di ogni specie che non sono state rimosse, e si possono osservare in tutte le spaccature un po' profonde del terreno ed in tutte le caverne e gli scavi; io le chiamo fenditure perpendicolari, perché solo per caso sono oblique, come gli strati orizzontali solo per caso sono inclinati. Woodward e Ray parlano di queste fenditure, ma confusamente: non le chiamano fenditure perpendicolari, perché credono che possano essere indifferentemente oblique e perpendicolari e nessun autore si è preso la briga di spiegarne l'origine;* tuttavia è evidente che esse sono state causate, come abbiamo detto nel Discorso precedente, dal disseccamento delle materie che formano gli strati orizzontali: in qualsiasi maniera esso sia avvenuto, ha dovuto dar luogo a fenditure perpendicolari, perché le materie, che compongono gli strati, non hanno potuto diminuire di volume, senza spaccarsi di tratto in tratto, in direzione perpendicolare a questi [553] stessi strati. Pertanto comprendo sotto questo nome di fenditure perpendicolari tutte le divisioni naturali delle rocce, sia che si trovino nella loro posizione originaria, sia che siano un po' scivolate dalla loro base e che, di conseguenza, si siano un po' allontanate le une dalle altre; quando gli ammassi di roccia hanno subíto un forte movimento, queste fenditure si trovano talvolta in posizione obliqua, ma ciò è dovuto al fatto che la massa è essa stessa obliqua e, con un po' di attenzione, è sempre molto facile riconoscere che queste fenditure sono in generale perpendicolari agli strati orizzontali, soprattutto nelle cave di marmo, di pietra da calce, ed in tutte le grandi catene di rocce.

L'interno delle montagne è soprattutto composto di pietre e di rocce i cui diversi letti sono paralleli; si trovano spesso fra gli strati orizzontali altri piccoli strati di una materia meno dura della pietra, e le fenditure perpendicolari sono piene di sabbia, di cristalli, di minerali, di metalli, eccetera. Queste ultime materie sono di formazione piú recente degli strati orizzontali nei quali si trovano conchiglie marine. Le piogge hanno a poco a poco staccato le sabbie e le terre da sopra le montagne ed hanno lasciato allo scoperto le pietre e le altre materie so-

lide, nelle quali si distinguono facilmente gli strati orizzontali e le fenditure perpendicolari; nelle pianure invece, poiché l'acqua delle piogge ed i fiumi hanno trasportato una notevole quan- 554 tità di terra, di sabbia, di ghiaia e di altre materie minute, si sono formati strati di tufo, di pietra molle e fondente, di sabbia e di ghiaia arrotondata, di terra mescolata a vegetali; questi strati non contengono affatto conchiglie marine, o per lo meno, non ne contengono che dei frammenti che si sono staccati dalle montagne con le ghiaie e le terre: bisogna distinguere con cura questi nuovi strati dagli antichi, in cui si trovano quasi sempre conchiglie intere, deposte nella loro posizione naturale.

Se si vuol osservare l'ordine e la disposizione interna delle materie in una montagna composta, per esempio, di pietre comuni o di materie pietrose calcinabili, si trova di solito, sotto la terra vegetale, uno strato di ghiaia: questa ghiaia ha la natura ed il colore della pietra piú diffusa in questo terreno, sotto di essa si trova della pietra, e se la montagna è divisa da qualche forra o da qualche burrone profondo, si distinguono facilmente tutti i banchi e tutti gli strati da cui essa è composta; ogni strato orizzontale è separato da una specie di giuntura anch'essa orizzontale, e lo spessore di questi banchi, o strati orizzontali, aumenta, di solito, in proporzione alla loro profondità, cioè alla loro maggiore lontananza dalla cima della montagna; si vede anche che fenditure pressappoco perpendicolari, dividono tutti questi strati e li tagliano verticalmente. 555 Di solito il primo ed il secondo strato sotto la ghiaia sono non soltanto piú sottili di quelli che si trovano alla base della montagna, ma anche divisi da fenditure perpendicolari cosí frequenti, da non presentare nessun blocco allungato, ma solo pietra da costruzione; quasi nessuna di queste fenditure perpendicolari, che sono cosí numerose in superficie e che somigliano perfettamente alle screpolature di una terra disseccata, arriva ai piedi della montagna; la maggior parte spariscono insensibilmente via via che discendono, finché in basso ne restano solo

un certo numero che tagliano, piú perpendicolarmente che in superficie, i banchi inferiori, il cui spessore è anche maggiore di quello dei banchi superiori.

Questi letti di pietra, come ho già detto, sono spesso estesi per diverse leghe, senza interruzione; lo stesso tipo di pietra si ritrova quasi sempre nella montagna opposta, quantunque ne sia separata da una gola o da un vallone: i letti di pietra spariscono completamente solo là dove la montagna si abbassa e si pone a livello di qualche grande pianura. Talvolta, fra il primo strato di terra vegetale e quello di ghiaia, se ne trova uno di marna che trasmette il suo colore e le sue altre caratteristiche agli altri due; accade allora che le fenditure perpendicolari delle cave che si trovano sotto, siano piene di questa marna che vi acquista una durezza in apparenza quasi simile a quella della pietra, ma, una volta esposta all'aria, essa si screpola, diventa molle, grassa e duttile.

Nella maggior parte delle cave, gli strati che compongono la parte superiore o cima della montagna sono di pietra tenera, mentre quelli che formano la sua base sono di pietra dura: la prima è di solito bianca, di una grana cosí fine che può essere appena avvertita; la pietra diventa piú granulosa e piú dura via via che si scende e quella dei banchi piú bassi è non soltanto piú dura dell'altra degli strati superiori, ma anche piú fitta, piú compatta e piú pesante; la sua grana è fine e brillante ma spesso può anche essere ruvida e si spezza nettamente, quasi come la selce.

556

Il nucleo di una montagna è dunque composto di diversi strati di pietra: i superiori sono di pietra tenera e gli inferiori di pietra dura, il nocciolo pietroso è sempre piú largo alla base e piú appuntito o piú stretto sulla cima, e se ne può attribuire la causa ai diversi gradi di durezza riscontrati nei letti di pietra; infatti poiché essi diventano tanto piú duri quanto piú si allontano dalla cima della montagna, si può pensare che le correnti e gli altri movimenti delle acque, che hanno scavato le vallate e dato la forma ai contorni delle montagne, avranno

consumato di lato le materie di cui la montagna è composta e le avranno fatte diventare sempre piú degradanti, quanto piú saranno state molli; di modo che, essendo gli strati superiori i piú teneri, saranno stati quelli che avranno subíto la maggior diminuzione per larghezza e saranno stati consumati piú degli altri di lato. Gli strati successivi avranno resistito un po' di 557 piú e quelli della base, essendo piú vecchi, piú solidi e formati da una materia piú compatta e piú dura, saranno stati in una migliore condizione per difendersi dall'azione delle cause esteriori e non avranno sofferto che una scarsa o nessuna diminuzione laterale in seguito allo sfregamento delle acque: è questa una delle cause alle quali si può riportare l'origine del pendio delle montagne; questo pendio sarà diventato sempre piú dolce via via che le terre della cima e le ghiaie saranno scivolate e saranno state trascinate dalle acque delle piogge. È proprio per queste due ragioni che tutte le colline e le montagne composte solo di terre calcinabili e di altre materie pietrose anch'esse calcinabili, hanno un pendio che non è mai cosí ripido, come quello delle montagne di roccia viva e di selce in grande massa, che sono di solito tagliate a strapiombo su altezze ragguardevoli: infatti in queste masse di materie vetrificabili i letti superiori, come quelli inferiori, hanno una grande durezza ed hanno tutti ugualmente resistito all'azione delle acque che li ha consumati tutti fino allo stesso punto dall'alto in basso, ed ha loro dato, di conseguenza, un pendio perpendicolare o quasi.

Quando sopra certe colline, dalla cima piatta e assai estesa, si trova immediatamente, sotto la terra vegetale, della pietra dura, si potrà notare, osservando i loro dintorni, che ciò che sembra esserne la cima non lo è, e che la parte piú alta di queste 558 colline è solo la continuazione del pendio, pressocché inavvertito, di qualche collina piú elevata; infatti, dopo aver traversato questo tratto di terreno, si trovano altre colline piú alte i cui strati superiori sono di pietra tenera, mentre gli inferiori sono di pietra dura: è il prolungamento di questi ultimi strati a costituire la pietra dura che si ritrova sopra la prima collina.

Quando invece si apre una cava in vicinanza della cima di una montagna, o in un terreno che non è sovrastato da nessuna altura considerevole, non se ne estrae di solito che pietra tenera, e per trovare la pietra dura bisogna scavare molto profondamente. Solo in mezzo a questi strati di pietra dura si trovano banchi di marmo; i loro diversi colori dipendono dalle sostanze metalliche che le acque piovane introducono per infiltrazione negli strati, dopo averle staccate dagli altri strati superiori; e si può concluderne che in tutte le regioni in cui vi sia della pietra, si potranno trovare marmi, se si scava tanto profondamente da arrivare ai banchi di pietra dura; "quoto enim loco non suum marmor invenitur?" dice Plinio; si tratta in effetti di una pietra molto piú comune di quanto si pensi, che differisce dalle altre solo per la finezza della grana, che la rende piú compatta e piú suscettibile di un lucido brillante, qualità che le è essenziale e dalla quale ha tratto la sua denominazione presso gli antichi.

Le fenditure perpendicolari delle cave e i tratti di congiunzione dei letti di pietra, sono spesso ripieni e incrostati di certe concrezioni che possono essere sia trasparenti, come il cristallo, e con una forma regolare, sia opache e terrose; l'acqua scorre attraverso le fenditure e penetra anche nel fitto tessuto della pietra; quelle porose si imbevono di una cosí grande quantità di acqua che il gelo le fa spaccare e scoppiare. Le acque piovane, gocciolando attraverso gli strati di una cava, nel tratto di tempo che rimangono in quelli di marna, di pietra, di marmo, ne staccano le particelle meno aderenti e le piú fini, caricandosi di tutte le materie che possono distaccare o sciogliere. Queste acque colano prima lungo le fenditure perpendicolari, penetrano poi fra i letti di pietra, depositano fra gli strati orizzontali, come nelle fenditure perpendicolari, le materie che hanno trascinato via e vi formano diverse congelazioni, secondo le diverse materie che depositano: per esempio, quando queste acque goccia a goccia stillano attraverso la marna, la creta, o la pietra tenera, la materia che esse depositano non è altro che una marna puris-

559

sima e finissima che si ammassa nelle fenditure perpendicolari delle rocce sotto forma di sostanza porosa, molle, di solito bianca e leggerissima, che i naturalisti hanno chiamato *Lac lunae* o *Medulla saxi*.

Quando questi rigagnoli d'acqua carica di materia pietrosa filtrano attraverso gli strati di congiunzione orizzontale dei letti di pietra tenera o di creta, questa materia si attacca alla superficie dei blocchi di pietra e vi forma una crosta scagliosa, bianca, *560* leggera e spugnosa: è questo tipo di materia che alcuni autori hanno chiamato "agàrico minerale", per la sua rassomiglianza con l'agàrico vegetale. Ma se la materia, con cui sono formati gli strati, ha una certa durezza, cioè se i letti della cava sono di pietra dura comune, di pietra adatta a fare della buona calce, l'acqua, molto ben filtrata, uscirà carica di una materia pietrosa piú pura, piú omogenea, le cui molecole potranno ingranarsi perfettamente, unirsi piú profondamente; ed allora se ne formeranno delle congelazioni che avranno pressappoco la stessa durezza della pietra e una certa trasparenza, e in queste cave, sulla superficie dei blocchi, si troveranno delle incrostazioni pietrose disposte a onda che riempiono completamente le fessure orizzontali.

Nelle grotte e nelle cavità delle rocce, da considerare come i bacini e gli scoli delle fenditure perpendicolari, la diversa direzione dei fili d'acqua, che trascinano la materia pietrosa, dà alle concrezioni, che ne risultano, forme particolari; sono di solito fondi di lampada o coni rovesciati attaccati alle volte, oppure cilindri scavati e bianchissimi, formati da strati quasi concentrici all'asse del cilindro: queste congelazioni scendono talvolta fino a terra e formano, in quei luoghi sotterranei, delle colonne e mille altre figure bizzarre, quanto i nomi che è piaciuto dar loro dai naturalisti, quelli di stalattiti, stalagmiti, osteocolli, eccetera.

Infine quando questi succhi, ricchi di sostanze, escono direttamente da una materia molto dura, dura quanto i marmi e *561* le pietre dure, la materia lapidifica trascinata dall'acqua, omo-

genea al massimo, costituita da piccole particelle sciolte, per cosí dire, piú che staccate dall'acqua, acquista, componendosi, una forma costante e regolare, modellando delle colonne a facce terminanti con una punta triangolare, trasparenti e composte da strati obliqui: è ciò che si chiama *sparr* o *spalt*. Di solito questa materia è trasparente e incolore, ma talvolta può essere anche colorata, quando la pietra dura o il marmo da cui esce contengono delle parti metalliche. Questo spato è duro quanto la pietra, si scioglie come essa mediante essenze acide, si calcina allo stesso grado di calore, per cui non si può mettere in dubbio che si tratti di vera pietra, diventata però perfettamente omogenea; si potrà anche dire che è pietra pura e semplice, pietra che si trova nella sua forma propria e specifica.

Tuttavia la maggior parte dei naturalisti la considerano una sostanza distinta ed esistente indipendentemente dalla pietra, e, a sentir loro, è il suo umore pietroso o cristallino che lega non soltanto le parti della pietra ordinaria, ma anche quelle della selce. Questo umore, — essi dicono, — aumenta la densità delle pietre mediante infiltrazioni ripetute, le rende ogni giorno piú pietre e le trasforma infine in vera selce; e quando si è trasformato in spato riceve, attraverso ripetute infiltrazioni, umori simili ancora piú depurati che ne aumentano la durezza e la densità, di modo che questa materia, divenuta successivamente spato, vetro, e poi cristallo, diventa diamante: cosí, secondo i naturalisti, tutte le pietre tendono a diventare selce e tutte le materie trasparenti a diventare diamante.* 562

Ma se la cosa sta cosí, perché in vastissime zone, in province intere, questo succo cristallino forma soltanto pietra ed in altre solo selce? Si dirà che questi due terreni non sono egualmente antichi, e che questo succo non ha avuto il tempo di circolare ed agire nell'uno tanto a lungo quanto nell'altro. Ma questo è improbabile. D'altra parte da dove può venire questo succo? Se produce le pietre e le selci, da che cosa è, a sua volta, prodotto? È facile provare che non esiste, indipendentemente da queste materie, che sono le uniche a poter dare all'acqua, che

le penetra, questa qualità pietrificante, sempre relativamente alla loro natura e al loro specifico carattere: cosí nelle pietre essa forma spato, e nelle selci cristallo, e vi sono altrettante diverse specie di questo umore per quante diverse materie possono produrlo e per quante sono quelle dalle quali esso può venire fuori. L'esperienza è perfettamente d'accordo con quanto diciamo; si troverà sempre che le acque stillanti goccia a goccia dalle cave di pietre comuni, formano delle concrezioni tenere e calcinabili, come lo sono queste stesse pietre; al contrario, quelle che provengono dalla viva roccia e dalla selce formano congelazioni dure e vetrificabili, fornite di tutte le altre proprietà della selce, 563 mentre le prime hanno tutte quelle della pietra; le acque che sono penetrate attraverso gli strati di materie minerali e metalliche, permettono invece la produzione di piriti, di marcassiti e di grane metalliche.

Noi abbiamo detto che si potevano dividere tutte le materie in due grandi classi secondo due caratteri generali, le une sono vetrificabili, le altre calcinabili; l'argilla e la selce, la marna e la pietra possono essere considerate come i due estremi di ciascuna di queste classi, il cui spazio intermedio è riempito dalla varietà quasi infinita delle sostanze miste che hanno sempre per base l'una o l'altra di queste materie.

Le materie della prima classe non possono mai acquistare la natura e le proprietà di quelle dell'altra: la pietra, per quanto antica la si supponga, sarà sempre lontana dalla natura della selce, quanto l'argilla lo è dalla marna: nessun reagente conosciuto sarà mai capace di farle uscire dal cerchio di combinazioni proprio alla loro natura; i paesi in cui non vi sono che marmi e pietre, non avranno mai altro che marmi e pietre, come, con altrettanta certezza, quelli, in cui vi è solo arenaria, selce e roccia viva, non avranno mai pietra o marmo.

Se si vuol osservare l'ordine e la distribuzione delle materie in una collina composta di materie vetrificabili, come abbiamo fatto prima in una collina composta di materie calcinabili, si troverà, di solito, sotto il primo strato di terra vegetale un letto

di creta o di argilla, materia vetrificabile, simile alla selce, che non è altro, come ho già detto, che sabbia vetrificabile decomposta; oppure si troverà sotto la terra vegetale uno strato di sabbia vetrificabile: questo letto di argilla o di sabbia corrisponde al letto di ghiaia che si trova nelle colline composte da materie calcinabili. Dopo questo strato di argilla o di sabbia si trova qualche letto di arenaria che, la maggior parte delle volte, non supera il mezzo piede di spessore ed è diviso in piccoli pezzi da un'infinità di fenditure perpendicolari, come la pietra da costruzione del terzo letto della collina, composta di materie calcinabili. Sotto questo letto di arenaria se ne trovano molti altri della stessa materia e anche strati di sabbia vetrificabile; via via che si discende, l'arenaria diventa piú dura e si trova a blocchi piú grossi. Sotto questi strati di arenaria si trova una materia durissima che ho chiamato "roccia viva" o "selce a grande massa": è una materia durissima e molto compatta, che resiste alla lima, al bulino, a tutti gli spiriti acidi, molto piú di quanto non vi resista la sabbia vetrificabile e anche il vetro in polvere, sui quali l'acqua forte sembra avere qualche presa. Questa materia, colpita da un altro corpo duro, manda delle scintille ed esala un odore di zolfo molto penetrante: ho creduto di doverla chiamare selce in grande massa; essa è di solito "stratificata" su altri letti di argilla, di ardesia, di carbon fossile e di sabbia vetrificabile dallo spessore profondissimo e questi letti di selce in grande massa corrispondono ancora una volta agli strati di materie dure e ai marmi che servono di base alle colline composte di materie calcinabili. *564*

L'acqua, colando attraverso le fenditure perpendicolari e penetrando negli strati di queste sabbie vetrificabili, di queste arenarie, di queste argille, di queste ardesie, si carica delle parti piú sottili e piú omogenee di queste materie, e ne forma varie concrezioni differenti, i talchi, gli amianti e molte altre, che non sono altro che produzioni di queste stillazioni da materie vetrificabili, come noi spiegheremo nel nostro discorso sui minerali. *565*

La selce, malgrado la sua estrema durezza e la sua grande densità, ha anch'essa, come il marmo ordinario e la pietra dura, le sue essudazioni da cui derivano stalattiti di diverse specie, le cui varietà, dovute alla trasparenza, ai colori e alla configurazione, sono relative alla differente natura della selce che le produce e risentono anche delle diverse materie metalliche o eterogenee in essa contenute: il cristallo di rocca, tutte le pietre preziose, bianche o colorate, ed anche il diamante, possono essere considerate stalattiti di questa specie. Le selci in piccola massa, i cui strati sono di solito concentrici, sono egualmente stalattiti e pietre parassite della selce in grande massa, e la maggior parte delle pietre sottili e opache non sono che delle specie di selce; le materie, che appartengono al tipo vetrificabile, producono, come si può facilmente constatare, una varietà di concrezioni altrettanto grande quanto quella del genere calcinabile; e queste concrezioni, prodotte dalle selci, sono quasi tutte pietre 566 dure e preziose, mentre quelle della pietra calcinabile non sono che materie tenere, prive di qualsiasi valore.

Si trovano fenditure perpendicolari nelle rocce e nei letti di selce in grande massa, cosí come nei letti di marmo e di pietra dura: ma qui esse sono spesso anche piú larghe, fatto che sta a dimostrare come questa materia, prendendo corpo, si sia disseccata ancora piú della pietra. Entrambe le colline di cui abbiamo osservato gli strati, quella formata da materie calcinabili e quella formata da materie vetrificabili, sono completamente sostenute dall'argilla o dalla sabbia vetrificabile, che sono le comuni e generali materie da cui il globo è composto e che io considero le parti piú leggere, le scorie della materia vetrificata, di cui esso è riempito internamente; cosí tutte le montagne e le pianure hanno per base comune l'argilla o la sabbia. Si vede dall'esempio del pozzo di Amsterdam e di quello di Marly-la-Ville, che si trova sempre, alle massime profondità, sabbia vetrificabile: ne riporterò qualche esempio nel mio Discorso sui minerali.

Nella maggior parte delle rocce scoperte si può osservare che le pareti delle fenditure perpendicolari si corrispondono

esattamente come quelle di un pezzo di legno spaccato, corrispondenza che si trova sia nelle fenditure strette che in quelle piú larghe. Nelle grandi cave dell'Arabia, che sono quasi tutte di granito, queste fenditure, o divisioni perpendicolari, sono molto accentuate e molto frequenti, e per quanto ve ne siano che hanno fino a venti o trenta canne di larghezza, tuttavia le due facce si corrispondono esattamente, pur lasciando in mezzo una profonda cavità.[1] È molto comune trovare nelle fenditure perpendicolari conchiglie spezzate in due, in modo che ciascuna parte rimanga attaccata alla pietra di ciascuna faccia della fenditura: il che dimostra come queste conchiglie fossero poste nella massa dello strato orizzontale, quando era intero, prima che la fenditura fosse avvenuta.[2] *567*

Vi sono certe materie nelle quali le fenditure perpendicolari sono molto larghe, come nelle cave che cita Shaw, e forse per questo sono meno frequenti. Nelle cave di roccia viva e di granito le pietre possono venire estratte a grandissimi massi; conosciamo i grandi obelischi e le colonne che si vedono in tanti punti di Roma, che hanno piú di 60, 80, 100 e 150 piedi di lunghezza senza nessuna interruzione, perché questi enormi blocchi sono formati tutti da una sola pietra continua. Sembra che questi massi di granito siano stati lavorati nella stessa cava e che si sia loro dato lo spessore che si voleva, pressappoco come vediamo che nelle cave di arenaria, di una certa profondità, si estraggono blocchi dello spessore che si vuole. Vi sono altre materie in cui queste fenditure perpendicolari sono molto strette; per esempio sono molto strette nell'argilla, nella marna, nella creta: esse sono invece piú larghe nei marmi e nella maggior parte delle pietre dure. Ve ne sono altre impercettibili e che sono riempite di una materia pressappoco simile a quella della massa in cui si trovano e che tuttavia interrompono la continuità delle pietre, quelle fenditure chiamate dagli operai "peli"; quando essi staccano un grande pezzo di pietra e lo riducono *568*

[1] Vedi il viaggio di Shaw, vol. 2, p. 83.
[2] Vedi Woodward, p. 298.

a un piccolo spessore, per esempio a un mezzo piede, la pietra si spezza nella direzione di questo pelo: ho spesso notato, nel marmo e nella pietra, che questi peli attraversano il blocco tutto intero, per cui si diversificano dalle fenditure perpendicolari solo perché non hanno soluzione totale di continuità. Queste specie di fenditure sono piene di una materia trasparente che è vero spato. Vi sono moltissime grandi fenditure fra le diverse rocce che formano le cave di arenaria; ciò deriva dal fatto che esse poggiano spesso su basi meno solide di quelle dei marmi o delle pietre calcinabili che poggiano in genere sulle argille, mentre le arenarie non sono in genere appoggiate che su sabbia estremamente fine: cosí vi sono molti luoghi dove non è possibile trovare l'arenaria in grande massa; nella maggior parte delle cave dalle quali si estrae la buona arenaria, si può notare che essa si trova in cubi e in parallelepipedi posti gli uni sugli altri in maniera assai irregolare, come nelle colline di Fontainebleau, che da lontano sembrano rovine di costruzioni. Questa disposizione irregolare proviene dal fatto che la base di queste colline è di sabbia e che i massi di arenaria si sono capovolti, 569 rovesciati e sono affondati gli uni sugli altri, questo soprattutto nei luoghi in cui si è lavorato in altri tempi per estrarlo, per cui fra i blocchi si sono formate un gran numero di fenditure. E se vi si vorrà prestare attenzione, si noterà che in tutte le regioni con sabbia e arenaria, vi sono in grandissima quantità pezzi di rocce e di grosse pietre nel mezzo dei valloni e delle pianure, mentre invece nelle regioni ricche di marmo e pietra dura, questi pezzi, disseminati e rotolati dalla cima delle colline e dall'alto delle montagne, sono molto rari, fatto che deriva dalla differente solidità della base sulla quale poggiano queste pietre e dall'estensione dei banchi di marmo e di pietre calcinabili, piú vasta di quella delle arenarie.

## *ARTICOLO 18*

### *Sull'effetto delle piogge, sulle paludi, sulle foreste sotterranee, sulle acque sotterranee*

Abbiamo detto che le piogge e le acque correnti da loro prodotte, staccano continuamente dalla cima e dal dorso delle montagne le sabbie, le terre, le argille eccetera, e che le trascinano nelle pianure, da dove i corsi d'acqua e i fiumi ne trasportano una parte nelle pianure piú basse, spesso fino a raggiungere il mare; le pianure si riempiono dunque via via innalzandosi a poco a poco, e le montagne diminuiscono tutti i giorni abbassandosi continuamente: in vari luoghi ci si è accorti di questo abbassamento. Giuseppe Blancanus riferisce, a tal proposito, fatti che erano di pubblica notorietà ai suoi tempi, e che dimostrano che le montagne si erano abbassate al punto da permettere la vista di villaggi e castelli da luoghi, da cui in altri tempi non era possibile vederli. Nella provincia di Derby, in Inghilterra, il campanile del villaggio di Craih non era visibile nel 1572 da una certa montagna, nascosto com'era da un'altra montagna interposta, che sorge in Hopton e Wirksworth, ma 80 o 100 anni dopo questo campanile si vedeva, e si vedeva anche una parte della chiesa. Il dottor Plot porta un esempio simile di una montagna fra Sibbertoft e Ashby nella

*570*

provincia di Northampton. Le acque trascinano non soltanto le parti piú leggere delle montagne, come la terra, le sabbie, l'argilla e le piccole pietre, ma fanno rotolare anche enormi rocce, per cui l'altezza ne viene notevolmente diminuita; in generale piú le montagne sono alte, piú il loro pendio è senza vegetazione, piú le rocce si presentano tagliate a picco. Le piú alte montagne della provincia del Galles hanno rocce estremamente diritte e molto nude, i cui trucioli (se ci si può servire di questo 571 nome) si vedono ai loro piedi a grossi mucchi; sono il gelo e le acque a staccarli e a trascinarli. Cosí non sono soltanto le montagne di sabbia e di terra ad essere abbassate dalle piogge, ma, come si vede, anche le rocce piú dure ne vengono attaccate ed i frammenti sono trascinati fino nelle vallate. Nella valle di Nant-phrancon, nel 1685, avvenne che una parte di una grossa roccia che poggiava su di una base stretta, minata dalle acque, cadde e si ruppe in molti pezzi e in piú di mille altre pietre, la piú grossa delle quali, dopo avere scavato una profonda fossa fino alla pianura, continuò a rotolare in una piccola prateria finché, traversato un piccolo fiume, si fermò. È a simili accidenti che si deve attribuire l'origine di tutte le grosse pietre che si trovano di solito qua e là nelle vallate vicine alle montagne. Ci si deve ricordare, a proposito di questa osservazione, di ciò che abbiamo detto in un articolo precedente, cioè che queste rocce e queste grosse pietre disseminate, sono molto piú frequenti nelle regioni in cui le montagne sono di sabbia e di arenaria, che non in quelle in cui sono di marmo e di argilla, perché la sabbia che serve di base alle rocce è una base meno solida dell'argilla.

Per dare un'idea della quantità di terra che le piogge staccano dalle montagne, trascinandola nelle vallate, possiamo citare un fatto riferito dal dottor Plot: egli dice, nella sua storia naturale di Stafford, che sono state trovate nella terra, a una 572 profondità di 18 piedi, un gran numero di pezzi di monete coniate al tempo di Edoardo IV, cioè 200 anni prima; questo terreno, che è paludoso, è dunque aumentato di un piede in

undici anni o di un pollice e un dodicesimo per anno. Si può fare un'altra osservazione simile sugli alberi sepolti a 17 piedi di profondità sopra i quali sono state trovate medaglie di Giulio Cesare. Le terre che le acque correnti trascinano dalle montagne nelle pianure, fanno dunque aumentare molto l'elevazione del terreno delle pianure.

Queste ghiaie, queste sabbie e queste terre, che le acque distaccano dalle montagne e trascinano nelle pianure, vi formano degli strati che non bisogna confondere con gli strati antichi e originari della terra. Si deve mettere nella classe di questi nuovi strati quelli di tufo, di pietra molle, di ghiaia e di sabbia dai granelli levigati e arrotondati; vi si devono riportare anche gli strati di pietra formati da una specie di deposito e di incrostazione; tutti strati che non devono la loro origine al movimento e ai sedimenti delle acque del mare.

In questi tufi ed in queste pietre molli e imperfette, si trovano un'infinità di vegetali, di foglie d'albero, di conchiglie di terra e di fiume, di piccole ossa di animali terrestri e mai conchiglie e altre produzioni marine, fatto che ci dimostra, insieme alla loro poca solidità, la loro formazione sopra la terra ferma, ben più recente di quella dei marmi e delle altre pietre che contengono conchiglie che si sono formate in altri tempi nel mare. I tufi e tutte le altre pietre recenti sembrano avere una certa durezza e solidità non appena vengono estratti, ma usandoli ci si accorge che l'aria e le piogge li sciolgono ben presto; la loro sostanza è anche così differente dalla vera pietra che quando si riducono in particelle e si vuol farne della sabbia, si trasformano quasi subito in una specie di terra e di fango; le stalattiti e le altre concrezioni pietrose, che il Tournefort prendeva per marmi che avessero vegetato, non sono vere pietre, non più di quelle formate per incrostazioni. Abbiamo già fatto vedere come i tufi non appartengano ad un'antica formazione e come non si debba assegnarli alla classe delle pietre. Il tufo è una materia imperfetta, diversa dalla pietra e dalla terra, e che trae la sua origine da ambedue, grazie all'acqua delle piogge, come le in-

573

crostazioni di pietra traggono la loro dal deposito delle acque di certe fonti: gli strati di queste materie non sono dunque antichi né formati, come gli altri, dai sedimenti delle acque del mare; anche gli strati di torba devono allora essere considerati come strati recenti, prodotti dall'interramento successivo degli alberi e degli altri vegetali mezzo imputriditi, conservati solo perché si sono trovati in terreni bituminosi, che hanno loro impedito di imputridirsi completamente. Non si trova 574 nessuna produzione marina in tutti questi nuovi strati di tufo, di pietra molle, di pietra formata da depositi, o di torbe, vi si trovano invece molti vegetali, ossa di animali terrestri, di conchiglie fluviali e terrestri, come si può constatare nelle praterie della provincia di Northampton vicino ad Ashby, dove, ad alcuni piedi di profondità sotto la terra, si trovano un gran numero di conchiglie di lumaca, unite a piante, a erbe e a molte conchiglie fluviali, ben conservate a qualche piede di profondità, senza che vi si trovi nessuna conchiglia marina.[1] Le acque che scorrono sulla superficie della terra, hanno formato tutti questi nuovi strati, cambiando spesso letto e spargendosi ovunque; una parte di queste acque penetra nell'interno, e cola attraverso le fessure delle rocce e delle pietre; ciò che non fa trovare acqua nelle zone elevate, per lo meno non piú di quanta se ne trovi sulle colline, è il fatto che tutte le alture della terra sono di solito composte da pietre e da rocce, soprattutto verso la cima. Bisogna, per trovare dell'acqua, scavare nella pietra e nella roccia, fino a raggiungere la base, cioè l'argilla, o la terra ferma sulla quale poggiano queste rocce; ma non si trova ancora acqua, finché non si è scavato fin sotto lo spessore di pietra, come ho potuto osservare in vari pozzi, scavati in luoghi piuttosto alti; e quando l'altezza delle rocce, cioè lo spessore della pietra, che bisogna scavare, è molto profondo, come nelle 575 alte montagne dove le rocce superano spesso i 1000 piedi, è impossibile farvi dei pozzi e di conseguenza avere dell'acqua. Vi sono anche grandi estensioni di terra dove l'acqua manca

[1] Phil. Trans. abr., vol. 4, p. 271.

assolutamente come nell'Arabia Petrea, che è un deserto sul quale non piove mai e sabbie ardenti coprono tutta la superficie della terra, in cui non si trova quasi mai terra vegetale, e le poche piante che vi sono, languiscono; le sorgenti ed i pozzi sono cosí rari che se ne contano solo cinque dopo il Cairo, fino al monte Sinai e l'acqua vi è amara e salmastra.

Quando le acque, che si trovano alla superficie della terra, non possono trovare uno scolo, formano acquitrini e paludi. Le piú famose paludi di Europa sono quelle in Moscovia alla sorgente del Tanai e quelle di Finlandia, cioè le grandi paludi Savolax e Enasak; ve ne sono anche in Olanda, in Westfalia, e in molti altri paesi bassi; in Asia si hanno le paludi dell'Eufrate, quelle della Tartaria, la Palude Meotide; tuttavia in generale ve ne sono meno in Asia e in Africa che in Europa, mentre l'America non è, per cosí dire, che una palude continua attraverso tutte le sue pianure. Questa grande quantità di paludi è una prova che la regione è recente ed è una ragione dello scarso numero dei suoi abitanti piú ancora della poca industria. Vi sono grandi paludi in Inghilterra nella provincia di Lincoln vicino al mare, provincia che ha perduto molto terreno da una parte, ma ne ha guadagnato molto da un'altra. Nell'antico terreno si trova una grande quantità di alberi interrati da nuova terra portata dalle acque. Se ne trovano ugualmente in grande quantità in Iscozia, alla foce del fiume Ness. Dopo Bruges in Fiandra, scavando fino ad una profondità di 40 o 50 piedi, se ne trova un grandissimo numero vicini gli uni agli altri, quanto lo possono essere in una foresta; i tronchi, i rami e le foglie sono cosí ben conservati che si distinguono facilmente le diverse specie di alberi. Cinquecento anni fa questa terra era un mare, e prima di quel tempo non si ha memoria, né è stato riportato dalla tradizione, che essa sia mai esistita: tuttavia deve pur esserci stata della terra, quando questi alberi sono cresciuti ed hanno vegetato; cosí il terreno, che nei tempi piú lontani era una terra ferma coperta da boschi, è stato in seguito coperto dalle acque del mare che vi hanno trascinato 40 o 50

576

piedi di spessore di terra per poi ritirarsi. Si è anche trovato un gran numero di alberi sotto terra a Yule nella provincia di York, a 12 miglia sotto la città sul fiume Humber; ve ne sono alcuni cosí grossi che vengono adoperati per costruzioni e si assicura, probabilmente a torto, che questo legno ha la stessa durata e la stessa buona riuscita della quercia; si taglia a piccole stanghette e a lunghi trucioli che si mandano a vendere nelle città vicine, e la gente se ne serve per accendere la pipa. Tutti questi alberi sembrano spezzati e i tronchi sono separati dalle loro radici, come alberi che la violenza di un uragano o di una inondazione avesse spezzato e trascinato via; questo legno 577 somiglia molto all'abete, ha lo stesso odore quando brucia e dà carboni della stessa specie.[1] Nell'Isola di Man si trovano in una palude lunga 6 miglia e larga 3, chiamata Curragh, alberi sotterranei che sono abeti, e, benché essi siano a 18 o 20 piedi di profondità, sono tuttavia ben piantati sulle loro radici.[2] Se ne trovano di solito in tutte le grandi paludi, nei pantani, nella maggior parte dei luoghi paludosi, nelle province del Sommerset, di Chester, di Lancaster, di Stafford. Vi sono certi punti in cui vi sono sotto terra alberi tagliati, segati, squadrati e lavorati dagli uomini; vi sono state anche trovate delle asce e delle roncole e fra Birmingham e Brumley, nella provincia di Lincoln, vi sono colline alte di sabbia fine e leggera che le piogge e i venti strappano e trascinano, lasciando al secco e allo scoperto radici di grandi abeti, in cui il segno della roncola sembra ancora cosí fresco, come se fosse stato appena fatto. Queste colline si sarebbero senza dubbio formate come le dune, mediante ammassi di sabbia che il mare ha portato e accumulato e sui quali questi abeti avranno potuto crescere; poi essi saranno stati ricoperti da altre sabbie che vi saranno state portate, come le prime, dalle inondazioni o da venti violenti. Grandi quantità di questi alberi sotterranei si trovano anche nei terreni paludosi dell'Olanda, nella Frisia e nei pressi

[1] Phil. Trans., N. 228.
[2] Vedi Ray, *Discourses*, p. 232.

di Groninga e di là provengono tutte le torbe che si bruciano in quei paesi.

Si trovano nella terra una infinità di alberi grandi e piccoli di ogni specie, gli abeti, le querce, le betulle, i tassi, i biancospini, i salici, i frassini; nelle paludi di Lincoln, lungo il fiume Ouse e nelle province di York nello Hatfield Chase, questi alberi sono diritti e piantati come se fossero in una foresta. Le querce sono molto dure e vengono usate per le costruzioni, con ottimi risultati di durata;[1] i frassini sono teneri e cadono in polvere come i salici; se ne trovano alcuni squadrati, segati, altri invece forati, con dentro delle roncole spezzate e delle asce la cui forma somiglia a quella dei coltelli da sacrificio. Vi si trovano anche delle nocciole, delle ghiande e dei coni di abete in grande quantità. Molti altri luoghi paludosi dell'Inghilterra e dell'Irlanda sono pieni di tronchi di albero, come del resto le paludi di Francia e di Svizzera, di Savoia e d'Italia.[2]

578

Nella città di Modena e a 4 miglia dai dintorni, in qualsiasi luogo si scavi, quando si è giunti a una certa profondità di 63 piedi e si è trivellata la terra a piú di 5 piedi di profondità con un succhiello, l'acqua scaturisce con forza cosí grande, che i pozzi si riempiono in pochissimo tempo quasi fino all'orlo; quest'acqua scorre continuamente, e non diminuisce né aumenta per la pioggia o per la siccità. La cosa piú notevole in questo terreno è che quando si è arrivati a 14 piedi di profondità, si trovano macerie e rovine di un'antica città, di strade lastricate, di pavimenti di legno, di case, e diversi pezzi di mosaico; dopodiché si trova un terreno abbastanza solido che si potrebbe pensare non fosse mai stato rimosso; tuttavia ancora piú sotto, si trova una terra umida e mescolata a vegetali, e a 26 piedi di profondità degli alberi tutti interi, alberi di noc-

579

[1] Dubito molto della verità di questo fatto, perché tutti gli alberi estratti dalla terra, per lo meno tutti quelli che ho visto io, fossero querce o altro, perdono, disseccandosi, qualsiasi solidità sembrassero avere all'inizio e non devono perciò mai essere usati nelle costruzioni.

[2] Phil. Trans. abr., vol. 4, p. 218, ecc.

ciuolo, per esempio, con sopra le nocciuole e una grande quantità di rami e di foglie di albero; a 28 piedi si trova una creta tenera mescolata a molte conchiglie il cui strato ha uno spessore di 11 piedi; dopodiché si trovano ancora vegetali, foglie e rami, e cosí si va avanti, alternandosi strati di creta e di terra mescolata a vegetali, fino alla profondità di 63 piedi, dove si trova uno strato di sabbia mescolata a piccola ghiaia e di conchiglie simili a quelle che si trovano sulla costa del mare d'Italia. Questi letti successivi di terra paludosa e di creta si trovano, sempre nello stesso ordine, in qualsiasi punto si scavi, e talvolta la trivella trova dei grossi tronchi d'albero che bisogna perforare, il che dà molto da fare agli operai: vi si trovano anche delle ossa, del carbon fossile, delle selci, e dei pezzi di ferro. Ramazzini, che riporta questi fatti, crede che il Golfo di Venezia si estendesse in altri tempi fino a Modena, e anche oltre e che, 580 col passar del tempo, i fiumi e forse le inondazioni del mare, abbiano progressivamente formato questo terreno.

Non mi dilungherò piú oltre sulle varietà che presentano questi strati di nuova formazione; basta aver mostrato che essi non hanno altre cause all'infuori delle acque correnti o stagnanti della superficie terrestre, e che non sono mai stati cosí duri e cosí solidi come gli strati antichi formatisi sotto le acque del mare.

## *ARTICOLO 19*

# *Sui mutamenti di terre in mari e di mari in terre*

Sembra, da quanto abbiamo detto negli articoli 1, 7, 8, 9, che sul globo terrestre siano avvenuti grandi mutamenti che si possono considerare generali; ma è anche sicuro, secondo quanto risulta da quello che noi abbiamo riportato negli altri articoli, che la superficie della terra abbia anche subíto alterazioni particolari. Benché l'ordine, o piuttosto il succedersi di queste alterazioni o cambiamenti particolari, non sia da noi molto ben conosciuto, ne conosciamo pur tuttavia le cause principali e siamo anche in grado di distinguerne i diversi effetti; e se possiamo riunire tutti gli indici ed i fatti che la storia naturale e quella civile ci forniscono in proposito sulle rivoluzioni avvenute alla superficie terrestre, non dubitiamo che la teoria da noi data divenga assai piú plausibile.* *58r*

Una delle principali cause dei cambiamenti avvenuti sulla superficie della terra è il movimento del mare, movimento cui essa è stata sottoposta in ogni tempo; infatti fin dalla creazione vi sono stati il sole, la luna, la terra, le acque, l'aria eccetera; fin da allora il flusso ed il riflusso, il movimento da oriente ad occidente, quello dei venti e delle correnti si sono fatti sentire,

le acque hanno avuto fin da allora gli stessi movimenti che noi oggi osserviamo nel mare; e quand'anche si supponesse che l'asse del globo avesse avuto un'altra inclinazione, e che i continenti avessero avuto un'altra disposizione, come anche i mari, non sarebbe questo ad annullare il movimento del flusso e del riflusso, non piú della causa e degli effetti dei venti; bastava che l'immensa quantità di acque che riempie il vasto spazio dei mari si fosse trovata riunita in qualche parte del globo della terra, perché il flusso ed il riflusso e gli altri movimenti del mare si verificassero.*

Una volta cominciato a supporre che il nostro continente può essere stato il fondo del mare, si arriva ben presto alla convinzione che è impossibile metterlo in dubbio; sia i detriti 582 del mare, che si trovano dappertutto, sia la posizione orizzontale degli strati di terra e infine la disposizione delle colline e delle montagne corrispondenti, mi sembrano essere altrettante prove convincenti; esaminando le pianure, le vallate, le colline, si vede chiaramente che la superficie della terra è stata disegnata dalle acque; esaminando l'interno delle conchiglie che sono racchiuse nelle pietre, si riconosce con chiarezza che queste pietre sono state formate dai sedimenti delle acque, poiché le conchiglie sono piene della stessa materia che costituisce la pietra che le circonda; ed infine, riflettendo sulla forma delle colline i cui angoli sporgenti corrispondono sempre a quelli rientranti delle colline opposte, non si può mettere in dubbio che questa direzione sia opera delle correnti del mare. In verità, da quando il nostro continente è rimasto scoperto, la sua superficie è un po' cambiata, le montagne sono diminuite di altezza, le pianure si sono sollevate, gli angoli delle colline sono diventati piú ottusi, molte materie trascinate dai fiumi si sono arrotondate, si sono formati strati di tufo, di pietra molle, di ghiaia eccetera, ma l'essenziale è rimasto, la forma antica ancora si riconosce e io sono convinto che tutti possono accertare coi loro occhi tutto ciò che noi abbiamo detto a tal proposito, e che chiunque avrà voluto seguire attentamente le nostre osservazioni e le

nostre prove, non metterà in dubbio che la terra sia stata in altri tempi sotto le acque del mare e che siano state le correnti marine ad aver dato alla superficie della terra la forma che noi le vediamo.

Il movimento principale delle acque del mare va, come abbiamo detto, da oriente ad occidente: per cui ci sembra che il mare abbia guadagnato terreno sulle coste orientali, sia del vecchio che del nuovo continente, per uno spazio di circa 500 leghe. Si ricordino le prove che ne abbiamo portato nell'articolo 11; ad esse possiamo aggiungere il fatto che tutti gli stretti che congiungono i mari vanno da oriente ad occidente: lo Stretto di Magellano, i due Stretti di Frobisher, quello di Hudson, lo stretto dell'isola di Ceylon, quelli del Mare di Corea e di Camciatca, hanno tutti questa direzione e sembrano essere stati formati dall'irruzione delle acque che, spinte da oriente ad occidente, si sono aperte questi passaggi nella direzione nella quale esse subiscono il movimento piú forte; infatti vi sono maree violentissime in tutti questi stretti, mentre in quelli che sono posti sulle coste occidentali, per esempio in quello di Gibilterra, in quello del Sund eccetera, il movimento delle maree rimane quasi inavvertito. 583

Le ineguaglianze del fondo del mare cambiano la direzione del movimento delle acque; esse sono state successivamente prodotte dai sedimenti dell'acqua e dalle materie che essa ha trasportato sia col suo movimento di flusso e di riflusso sia con altri movimenti; infatti noi non diamo per causa unica di queste ineguaglianze il movimento delle maree, l'abbiamo soltanto considerato la causa principale e prima, perché è la piú costante e si esercita regolarmente; ma si deve anche accettarne come causa l'azione dei venti, che si riversa sulla superficie dell'acqua con ben altra forza delle maree e imprime al mare un'agitazione ben piú notevole nelle sue manifestazioni esteriori; questa agitazione si estende anche a notevoli profondità, come si vede dalle materie che si distaccano, per le tempeste, dal fondo dei mari e che non sono quasi mai ributtate a riva, se non quando scoppiano gli uragani. 584

Abbiamo detto che fra i tropici ed anche a qualche grado piú in là, soffia in continuazione un vento dell'est: questo vento, che contribuisce al movimento generale del mare da oriente ad occidente, è vecchio quanto il flusso ed il riflusso, poiché dipende dal corso del sole e dalla rarefazione dell'aria, prodotta dal calore di questo astro. Ecco dunque le due cause del movimento del mare entrambe riunite ed entrambe piú accentuate all'equatore che non in qualsiasi altra zona: la prima sono le maree piú avvertite, come si sa, nelle regioni meridionali; la seconda il vento che soffia in continuazione in queste stesse regioni. Queste due cause hanno concorso, dopo la formazione del globo, a produrre lo stesso effetto, cioè a far muovere le acque da oriente ad occidente e ad agitarle con piú forza in questa parte del mondo che non in tutte le altre; a esse si deve il fatto che tutte le piú grandi ineguaglianze della superficie del globo si trovano fra i tropici. Le regioni dell'Africa comprese fra questi due cerchi non sono, per cosí dire, che un gruppo

*585* di montagne le cui diverse catene si estendono, per la maggior parte, da oriente ad occidente, come si può accertare esaminando la direzione dei grandi fiumi di questa parte dell'Africa; la stessa cosa si può dire di quelle parti dell'Asia e dell'America situate fra i tropici, e si deve giudicare dell'ineguaglianza della superficie di queste regioni dal numero di alte montagne e di isole che vi si trovano.

Dalla combinazione del movimento generale del mare da oriente ad occidente, di quello delle maree, di quello prodotto dalle correnti e di quello formato dai venti, risultano un'infinità di diversi effetti, sia sul fondo del mare che sulle coste e sui continenti. Varenio dice che è molto probabile che i golfi e gli stretti siano stati formati dallo sforzo esercitato dall'oceano contro la terra; che il Mar Mediterraneo, i golfi d'Arabia, di Bengala di Cambay, siano stati formati dall'irruzione delle acque, cosí come gli stretti fra la Sicilia e l'Italia, fra Ceylon e l'India, fra la Grecia e l'Eubea, ed anche lo Stretto delle Manille, quello di Magellano e quello di Danimarca. Una prova dell'ir-

ruzione dell'oceano sui continenti, e nello stesso tempo una prova che esso ha anche abbandonato molto terreno, è il fatto di non trovare che pochissime isole nel mezzo dei grandi mari, e mai in gran numero vicine le une alle altre: nello spazio immenso occupato dal Mar Pacifico, si trovano appena due o tre piccole isole verso la sua metà; nel vasto Oceano Atlantico, fra l'Africa ed il Brasile si trovano solo le piccole isole di San- *586* t'Elena e dell'Ascensione, mentre invece tutte le isole in genere si trovano vicino ai continenti, come quelle dell'Arcipelago vicine all'Europa e all'Asia, le Canarie vicino all'Africa, tutte le isole del Mare delle Indie vicino al continente orientale, le Antille vicino all'America: solo le isole Azzorre sono abbastanza inoltrate nel mare, fra l'Europa e l'America.

Gli abitanti di Ceylon dicono che la loro isola è stata separata dalla penisola dell'India da una irruzione dell'oceano e questa tradizione popolare può avere un certo fondamento; si crede anche che l'isola di Sumatra sia stata separata dalla Malacca: sembra provarlo il grande numero di scogli e di banchi di sabbia che si trovano fra l'una e l'altra. Gli abitanti del Malabar assicurano che le isole Maldive facevano parte del continente dell'India, e in generale si può credere che tutte le isole orientali siano state separate dai continenti da un'irruzione dell'oceano.[1]

Sembra che, in altri tempi, l'isola di Gran Bretagna facesse parte del continente e che l'Inghilterra fosse unita alla Francia: i letti di pietra e di terra, che sono gli stessi sui due lati del Passo di Calais, la poca profondità di questo stretto, sembrano indicarlo. Supponendo, dice il dottor Wallis, come tutto sembra denunciarlo, che in altri tempi l'Inghilterra comunicasse con la Francia con un istmo al di là di Dover e di Calais, i grandi mari battevano sulle coste di questo istmo da entrambe le parti, con un flusso impetuoso, due volte nelle ventiquattro ore; il Mare di Germania, che si trova fra l'Inghilterra e l'Olanda, *587* si infrangeva contro questo istmo ad est, e quello di Francia ad ovest: col tempo questo fu sufficiente a distruggere una

[1] Vedi VARENIO, *Geographia generalis*, pp. 203, 217 e 220.

lingua di terra stretta, come possiamo supporre che fosse, in altri tempi, questo istmo. Il flusso del Mare di Francia, che esercitava la sua azione con grande forza non soltanto contro l'istmo, ma anche sulle coste della Francia e dell'Inghilterra, doveva necessariamente staccare, con il movimento delle sue acque, una grande quantità di sabbia, di terra, di fango da tutti i punti contro i quali il mare andava a infrangersi, ma la sua corrente, arrestata da questo istmo, non deve aver deposto, come si può credere, i suoi sedimenti su di esso, ma deve averli trasportati nella grande pianura che forma attualmente la palude di Romney, lunga 14 miglia e larga 8; infatti chiunque ha visto questa pianura non può mettere in dubbio che essa, in altri tempi, non sia stata sotto le acque del mare: infatti, durante le alte maree, sarebbe ancora in parte inondata, senza le dighe di Dimchurch.

Il Mare di Germania deve avere egualmente esercitato la sua azione contro l'istmo e contro le coste dell'Inghilterra e della Fiandra e deve aver trascinato dei sedimenti in Olanda e in Zelanda il cui terreno, in altri tempi rimasto sotto le acque, si è sollevato di piú di 40 piedi; dall'altra parte, sulle coste dell'Inghilterra, il Mare di Germania doveva occupare questa larga vallata dove oggi scorre il fiume Stour, a piú di 20 miglia di distanza, a cominciare da Sandwich, Canterbury, Chatham, Chilham, fino ad Ashford e forse piú lontano; il terreno è ora 588 molto piú alto di quanto non lo fosse in altri tempi, e a Chatham sono state trovate le ossa di un ippopotamo sepolte a una profondità di 17 piedi, ancore di vascelli e conchiglie marine.

È molto probabile che il mare possa formare nuovi terreni trasportando le sabbie, la terra, il fango eccetera: infatti abbiamo visto, proprio sotto i nostri occhi, che nell'Isola di Oxney, adiacente alla costa paludosa di Romney, vi era un terreno basso sempre in pericolo d'essere inondato dal fiume Rother, ma in meno di sessant'anni il mare lo ha notevolmente rialzato, trasportandovi a ciascun flusso e riflusso una considerevole quantità di terra e di fango, e nello stesso tempo ha scavato cosí profondamente il canale attraverso il quale esso penetrava,

che in meno di cinquant'anni la profondità di questo canale è divenuta tanto grande da lasciar entrare grossi vascelli, mentre prima era un guado attraverso il quale solo gli uomini potevano passare.

La stessa cosa è avvenuta vicino alla costa di Norfolk ed è cosí che si è formato il banco di sabbia che si estende obliquamente dalla costa di Norfolk verso quella della Zelanda; questo banco è il punto in cui le maree del Mar di Germania e del Mar di Francia si incontrano da che l'istmo è stato spezzato, ed è là che si depositano le terre e le sabbie strappate dalle coste: forse, col tempo, questo banco di sabbia formerà un nuovo istmo, eccetera.[1]

Con grande probabilità, dice Ray, l'isola di Gran Bretagna era in altri tempi unita alla Francia e faceva parte del continente; non si sa se la separazione sia dovuta a un terremoto o a una irruzione dell'oceano o al lavoro dell'uomo, per l'utilità e la comodità del passaggio, o ad altre ragioni; ma ciò che dimostra che questa isola faceva parte del continente, è il fatto che le rocce e le coste dei due lati sono della stessa natura e composte con le stesse sostanze poste alla stessa altezza, di modo che si trovano lungo le coste di Dover gli stessi letti di pietra e di creta che si trovano fra Calais e Boulogne; la lunghezza di queste rocce lungo le coste, è pressappoco la stessa da ambedue le parti, cioè di circa 6 miglia; la poca larghezza del canale, che, in questo punto, non supera le 24 miglia inglesi, e la sua scarsa profondità, in relazione al mare che gli è vicino, fanno credere che l'Inghilterra sia stata separata dalla Francia per caso; si può aggiungere a queste prove che vi erano in altri tempi in queste isole lupi ed anche orsi e non si può pensare che vi siano venuti a nuoto o che gli uomini vi abbiano portato animali cosí nocivi; infatti in genere si trovano animali nocivi caratteristici dei continenti in tutte le isole ad essi molto vicine e mai in quelle che ne sono lontane, come hanno osservato gli Spagnoli arrivando in America.[2]

589

[1] Phil. Trans. abr., vol. 4, p. 227. [2] Vedi Ray, *Discourses*, p. 208.

Al tempo di Enrico I, re d'Inghilterra, vi fu una grande inondazione in una parte della Fiandra per una irruzione del mare; nel 1446 una simile irruzione fece morire piú di 10 000 590 persone sul territorio di Dordrecht e piú di 100 000 intorno a Dullat, in Frisia e in Zelanda, e vi furono in queste due province piú di due o trecento villaggi sommersi; si vedono ancora le cime delle loro torri e le punte dei loro campanili che si innalzano un po' sopra le acque.

Sulle coste della Francia, dell'Inghilterra, dell'Olanda, della Germania e della Prussia, il mare si è ritirato in molti punti. Uberto Thomas dice, nella sua descrizione della regione di Liegi, che il mare circondava in altri tempi le mura della città di Tongres, che ora ne è lontana 35 leghe, cosa che egli prova con molte efficaci ragioni, dicendo fra l'altro che ancora al suo tempo si vedevano infissi nelle mura gli anelli di ferro, ai quali si attaccavano i vascelli che vi arrivavano. Si possono ancora considerare come terre abbandonate dal mare anche le grandi paludi di Lincoln e l'Isola di Ely in Inghilterra, la *Crau* della Provenza in Francia: anche alla foce del Rodano, dopo l'anno 1665, il mare si è ritirato per un tratto piuttosto ampio. In Italia, alla foce dell'Arno, si è egualmente formata una vasta zona di terra asciutta, e Ravenna, che un tempo era un porto di mare degli Esarchi, non è piú una città marittima; tutta l'Olanda sembra una terra recente la cui superficie si trova quasi al livello del fondo del mare, quantunque questa regione si sia molto innalzata, e continui ad elevarsi tutti i giorni per il depositarsi dei limi e delle terre che il Reno, la Mosa eccetera trascinano: infatti in altri tempi si considerava il terreno dell'Olanda 50 piedi piú basso del fondo del mare in vari punti.

591 Si dice che nell'anno 860 il mare, durante una furiosa tempesta, trasportò verso la costa una cosí grande quantità di sabbie che la foce del Reno, nei pressi di Catt, ne rimase bloccata, e le acque del fiume inondarono tutta la regione, sradicando alberi e case, per poi riversarsi nel letto della Mosa. Nel 1421 vi fu un'altra inondazione, che separò Dordrecht dal continente,

sommerse settandue villaggi, molti castelli, annegò 100 000 persone e fece morire un'enorme quantità di bestiame. La diga dell'Issel si spezzò nel 1638, per la grande quantità di ghiacci trascinati dal Reno: bloccato il passaggio dell'acqua, essi provocarono un'apertura di alcune tese nella diga, per cui una parte della regione fu inondata prima che si potesse riparare la breccia; nel 1682 vi fu un'inondazione simile nella Zelanda, durante la quale vennero sommersi piú di trenta villaggi e perirono moltissime persone e molti capi di bestiame, sorpresi dalle acque durante la notte. Fu una vera fortuna per l'Olanda che il vento del sud-est avesse la meglio su quello opposto: il mare era infatti cosí gonfio che le sue acque superavano di 18 piedi le terre piú alte della regione, eccezion fatta per le dune.[1]

Nella provincia di Kent, in Inghilterra, vi era a Hith un porto che si è insabbiato, nonostante le misure prese per impedirlo e le spese fatte varie volte per ripulirlo; vi si può trovare per un'estensione di molte miglia una straordinaria quantità di ghiaie e di conchiglie portate dal mare, che, ammucchiate qui in altri tempi, sono ora ricoperte da fango e da terra sopra i quali oggi crescono erbe da pascolo. Vi sono poi terre che, con il passar del tempo, il mare occuperà coprendole, come le regioni di Goodwin, di proprietà di un signore dallo stesso nome, ma che ora sono solo estensioni di sabbia coperte dalle acque del mare. Il mare guadagna dunque terreno in certi punti e ne perde in altri, dipendendo tutto ciò dalla differente posizione delle coste e delle zone in cui il movimento delle maree si arresta e dove le acque trasportano da un punto all'altro terre, sabbie, conchiglie, eccetera.[2] *592*

Sopra la montagna di Stella in Portogallo vi è un lago, dentro al quale sono stati trovati relitti di vascelli nonostante la distanza dal mare superi le 12 leghe.[3] Sabinus, nei suoi Commentari alle Metamorfosi di Ovidio, dice che risulta dalle testimonianze

[1] Vedi i *Voyages historiques de l'Europe*, vol. 5, p. 70.
[2] Phil. Trans. abr., vol. 4, p. 234.
[3] Vedi la Geografia di GORDON (Londra 1733) p. 149.

della storia che, nel 1460, venne trovato in una miniera delle Alpi un vascello con le sue ancore.

Ma non soltanto in Europa noi troveremo esempi di questi mutamenti di mare in terra e di terra in mare, perché le altre parti del mondo ce ne offrirebbero forse di ancora piú interessanti e in maggior numero, se vi fossero state fatte attente osservazioni.

Calicut, che un tempo era una città celebre, capitale di un 593 regno dello stesso nome, oggi è solo una grossa borgata, mal costruita e pressoché deserta; il mare che, da un secolo a questa parte, ha guadagnato molto terreno su questa costa, ha sommerso la zona piú bella dell'antica città insieme a una fortezza in pietra tagliata; le barche si ancorano oggi sopra queste rovine e il porto è pieno di un gran numero di scogli che compaiono durante le basse maree e sui quali i vascelli vanno spesso a naufragare.[1]

Lo Yucatan, penisola del Golfo del Messico, faceva parte una volta del mare, ora invece questo tratto di terra si allunga sul mare per 100 leghe oltre il continente, non superando le 25 leghe nel punto in cui raggiunge la sua massima larghezza. L'aria qui è calda e umida: non vi sono ruscelli né fiumi in tutta la sua estensione, eppure l'acqua si trova dappertutto e scavando la terra si scopre una cosí grande quantità di conchiglie che si è costretti a considerare questa vasta regione come facente parte una volta del mare.

Gli abitanti del Malabar sostengono che in altri tempi le Maldive erano attaccate al continente delle Indie e che fu l'impeto delle acque del mare a separarle; queste isole sono cosí numerose e qualcuno dei canali che le dividono cosí stretti che il bompresso dei vascelli, passandovi, fa cadere le foglie degli alberi delle due sponde, e in qualche tratto un uomo vigoroso, attaccandosi a un ramo di un albero, potrebbe saltare 594 in un'altra isola.[2] Una prova che le Maldive costituivano una

[1] Vedi *Lettres édifiantes*, racc. 2, p. 187.

[2] Vedi i *Voyages des Hollandois aux Indes Orientales*, p. 274.

volta una terra ferma, è la presenza di alberi di cocco in fondo al mare, da cui spesso si distaccano i frutti che vengono ributtati dalle tempeste sulle rive: gli Indiani attribuiscono loro una grande importanza ritenendoli dotati delle stesse virtú del bezoar.

Si crede che una volta l'isola di Ceylon facesse parte del continente cui era unita, ma che le correnti, velocissime in molti punti dell'India, l'abbiano separata facendone un'isola; e la stessa cosa si pensa delle isole di Rammanakoiel e di molte altre ancora.[1] È in ogni modo sicuro che l'isola di Ceylon ha perduto 30 o 40 leghe di terreno sul lato nord-ovest, successivamente occupate dal mare.

Sembra che in America il mare abbia abbandonato da poco molte terre sporgenti sul mare e molte isole; abbiamo appena constatato che il terreno dello Yucatan non è formato che di conchiglie, e la stessa cosa si può dire delle terre basse della Martinica e delle altre Antille. Gli abitanti hanno chiamato il fondo del loro terreno con il nome di *calce* proprio perché si servono di queste conchiglie, i cui strati si trovano immediatamente sotto la terra coltivabile, per fare la calce. Riferiamo qui ciò che è scritto nei nuovi Viaggi alle isole d'America. "La calce che si trova, scavando, in tutta la grande terra della Guadalupa, è della stessa specie di quella che si pesca in mare. È difficile rendere ragione di questo fenomeno. Sarebbe mai possibile che questa isola, in tutta la sua estensione, sia stata, nei secoli passati, un bassofondo di mare pieno di piante di calce, che, essendo cresciute a dismisura e avendo riempito tutti gli spazi occupati dall'acqua, hanno infine alzato il terreno, costringendo l'acqua a ritirarsi e a lasciare in secco tutta la superficie? Questa ipotesi, per quanto straordinaria possa sembrare in un primo momento, non ha tuttavia nulla di impossibile, anzi potrà persino risultare molto probabile a quanti l'esamineranno senza prevenzione. Seguendo infatti, fin dall'inizio, il filo della mia ipotesi, queste piante, dopo essere cresciute e dopo aver riempito tutto lo spazio occupato precedentemente

595

[1] Ibid., vol. 6, p. 485.

dall'acqua, si sono alla fine soffocate a vicenda; le loro parti superiori si sono ridotte in polvere e in terra; gli uccelli vi hanno lasciato cadere i semi di qualche albero, che germogliando hanno dato origine alla vegetazione che vi vediamo. La natura stessa poi vi ha fatto crescere piante le cui specie non si ritrovano da nessun'altra parte del mondo, come gli alberi di legno marmorizzato e violetto; non sarebbe certo indegno della curiosità degli abitanti fare scavare in diversi punti dell'isola per vedere quale sia il terreno, fino a quale profondità si trova pietra e calce, quale è la sua disposizione sotto lo spessore della terra, e altre circostanze capaci di distruggere o rafforzare la mia ipotesi."

Vi sono poi terreni che ora sono coperti dalle acque e ora no, come molte isole della Norvegia, della Scozia, delle Maldive, del Golfo di Cambay, eccetera. Il Mar Baltico ha a poco a poco sommerso una buona parte della Pomerania, ha inghiottito e distrutto il famoso porto di Vineta. Egualmente il Mar di Norvegia ha formato molte piccole isole avanzando nel continente.* Il Mar di Germania ha compiuto progressi in Olanda, nei pressi di Catt, a tal punto che le rovine di un'antica cittadella romana, che una volta erano sulla costa, sono ora molto addentro nel mare. Le paludi dell'isola di Ely in Inghilterra, la *Crau* in Provenza, sono al contrario terreni che, come abbiamo già detto, il mare ha abbandonato; le dune sono state formate da venti di mare che hanno gettato e accumulato sulla riva terre, sabbie, conchiglie, eccetera. Sulle coste occidentali della Francia, della Spagna e dell'Africa, per esempio, soffiano venti dell'ovest continui e impetuosi, che spingono con forza le acque contro il litorale, sul quale si sono formate qua e là delle dune; ma anche i venti dell'est, quando durano molto, spingono lontano dalle coste della Siria e della Fenicia con tanta forza le acque, che le catene di rocce, coperte finché durano i venti dell'ovest, rimangono allora allo scoperto: e proprio per non essere rimaste molto tempo sotto le acque, le dune non sono composte da pietre e da marmi, come le montagne che si sono

formate in fondo al mare. Noi mostreremo, nel Discorso sui minerali, come avvenga sul fondo del mare la pietrificazione, e come le pietre formatesi sulla terra siano ben diverse da quelle formatesi nel mare.

Proprio quando mi accingevo a terminare questo trattato sulla teoria della Terra, da me scritto nel 1744, ho ricevuto dal Barrère la sua dissertazione sull'origine delle pietre figurate e sono stato felicissimo di trovarmi d'accordo con questo esperto naturalista su ciò che riguarda la formazione delle dune e la permanenza del mare in altri tempi sopra la terra che noi abitiamo; egli riferisce anche molti mutamenti avvenuti sulle coste del mare. Aigues-mortes, che si trova ora a piú di una lega e mezzo dal mare, era, al tempo di san Luigi, un porto; nell'815 Psalmodi era un'isola, oggi fa parte della terra ferma a una distanza di piú di 2 leghe dalla costa; la stessa cosa è avvenuta per Maguelone; la maggior parte dei vigneti di Agde erano, ancora quaranta anni fa, coperti dalle acque del mare; in Spagna il mare si è di recente ritirato per largo tratto da Blanes e Badalona, nei pressi della foce del fiume Vobregat, verso il Capo Tortosa, lungo le coste di Valencia, eccetera. 597

Il mare può formare colline e innalzare montagne, in molte maniere diverse. Anzitutto trasportando terra, fango e conchiglie da un luogo a un altro, sia per il suo movimento naturale di flusso e riflusso, sia per l'agitazione delle acque prodotta dai venti; in secondo luogo con sedimenti e con particelle impalpabili da esso stesso staccate dalle coste o dal proprio fondo, e che potrà trasportare e deporre a distanze considerevoli; infine con sabbie, conchiglie, fango e terra che i venti di mare spingono spesso contro le coste, dando cosí luogo a dune e a colline che le acque abbandonano poco a poco e che divengono parti del continente; ne abbiamo un esempio nelle nostre dune delle Fiandre e in quelle dell'Olanda, che non sono altro che colline composte dalla sabbia e dalle conchiglie che venti di mare hanno spinto verso la terra. Barrère ne cita un altro esempio che mi sembra degno di venir riportato qui: 598

"L'acqua del mare con il suo movimento stacca dal proprio seno un'infinità di piante, di conchiglie, di fango, di sabbia che i marosi spingono continuamente verso le rive e che i venti impetuosi del mare aiutano a spingere ulteriormente. Tutti questi diversi materiali, aggiungendosi al primo interramento, formano sempre nuovi strati e nuovi mucchi, che possono solo servire ad accrescere il letto della terra, a innalzarlo, a formare dune e colline con tutta la sabbia, la terra e le pietre ammucchiate, insomma ad allontanare sempre di piú il bacino del mare e a formare un nuovo continente.

"È evidente che nel corso di molti secoli sono avvenuti, mediante questo processo, alluvioni e interramenti successivi, cioè mediante reiterate sedimentazioni di differenti materie, che non sono indubbiamente occasionali. La stessa natura me ne fornisce le prove con i diversi strati di conchiglie fossili e altre produzioni marine che si osservano nel Rossiglione, presso il villaggio di Nassiac, a circa 7 o 8 leghe dal mare; questi strati di conchiglie, inclinati sotto diversi angoli da ovest ad est, sono separati gli uni dagli altri da banchi di sabbia e di terra, dello spessore talvolta di un piede e mezzo, talvolta di due o di tre piedi: essi sono come cosparsi di sale quando il tempo è asciutto, e formano insieme sollevamenti che raggiungono 25 o 30 tese di altezza. Una lunga catena di collinette di questa altezza ha potuto formarsi solo in un lungo periodo di tempo e a diverse riprese. Potrebbe forse essere un effetto del diluvio o dello sconvolgimento universale che ha dovuto confondere tutto, ma che tuttavia non avrà certamente potuto dare una forma regolare a questi differenti strati di conchiglie fossili, che avrebbero dovuto venire ammassate senza nessun ordine."

599

La mia opinione in proposito è esattamente eguale a quella del Barrère, solo che non considero gli interramenti l'unica causa della formazione delle montagne, credo al contrario di poter assicurare che la maggior parte delle alture, che vediamo alla superficie della terra, sono state formate nel mare stesso, e questo per molte ragioni che mi sono sempre sembrate con-

vincenti: anzitutto perché presentano fra loro quella corrispondenza di angoli sporgenti e rientranti che presuppone necessariamente la causa che ne abbiamo stabilito, cioè il movimento delle correnti del mare; in secondo luogo perché le dune e le colline formate dalle materie portate sulle rive dal mare, non sono composte da marmi e da pietre dure, come le normali colline; le conchiglie vi si trovano di solito solo allo stato fossile, mentre nelle altre montagne la pietrificazione è completa; inoltre i banchi di conchiglie e gli strati di terra non sono orizzontali nella stessa misura nelle dune e nelle colline composte di marmo e di pietra dura; per esempio nelle colline di Nassiac, questi banchi si presentano piú o meno inclinati, mentre nelle colline e nelle montagne che si sono formate sotto le acque *600* per la sedimentazione del mare, gli strati sono sempre paralleli e il piú delle volte orizzontali, e le varie materie vi si trovano pietrificate bene come le conchiglie. Spero di dimostrare come i marmi e le altre materie calcinabili, che, in maggior parte, sono composte di madrepore, di astroidi e di conchiglie, hanno acquistato sul fondo del mare quel grado di durezza e di perfezione che conosciamo loro; mentre i tufi, le pietre tenere e tutte le altre materie pietrose, come le incrostazioni, le stalattiti eccetera, esse pure calcificate, ma formatesi nella terra, dopo che il nostro continente è stato lasciato scoperto dalle acque, non possono acquistare quel grado di durezza e di pietrificazione proprio dei marmi e delle pietre dure.

Nella "Histoire de l'Académie" dell'anno 1707, si possono vedere le osservazioni fatte dal Saulmon a proposito delle ghiaie che si trovano in molti luoghi; si tratta di ciottoli rotondi e piatti, sempre molto levigati, che il mare sospinge sulle coste. A Bayeux e a Brutel, che dista una lega dal mare, si trova questa ghiaia scavando delle cave o dei pozzi; le montagne di Bonneuil, di Broie e di Quesnoy, che distano circa 18 leghe dal mare, sono tutte ricoperte di ghiaia, e se ne trova anche nella valle di Clermont nel Beauvois. Saulmon riferisce che un foro profondo 16 piedi, scavato in linea retta e orizzontal-

mente nella scogliera di Tresport, che è tutta formata di pietra da costruzioni, è scomparso nel giro di trent'anni, il che significa che il mare ha minato la scogliera per lo spessore di 16 piedi; 601 supponendo che avanzi sempre con lo stesso ritmo, in dodicimila anni minerebbe mille tese o una piccola mezza lega di pietrisco.

I movimenti del mare sono dunque le principali cause dei cambiamenti che sono avvenuti e che avvengono sulla superficie del globo; ma questa causa non è l'unica, ve ne sono molte altre meno importanti che contribuiscono a questi cambiamenti; le acque correnti, i fiumi, i ruscelli, lo sciogliersi delle nevi, i torrenti, i geli eccetera hanno considerevolmente cambiato la superficie della terra, le piogge hanno fatto diminuire l'altezza delle montagne, i fiumi e i ruscelli hanno innalzato le pianure, i fiumi hanno colmato il mare alle loro foci, lo sciogliersi delle nevi e i torrenti hanno scavato borri nelle gole e nei valloni, le gelate hanno fatto spaccare le rocce e le hanno staccate dalle montagne: potremmo citare un'infinità di esempi di tutti i diversi cambiamenti prodotti da tutte queste cause. Varenio dice che i fiumi trasportano nel mare una grande quantità di terra che depositano a una maggiore o minore distanza dalle coste, secondo la loro velocità; queste terre cadono nel fondo del mare e vi formano in un primo momento piccoli banchi, che si accrescono ogni giorno, formano scogli e infine formano isole che divengono fertili e abitabili. È cosí che si sono formate le isole del Nilo, quelle del San Lorenzo, l'isola di Landa, posta sulla costa dell'Africa presso la foce del Coanza, le isole di Norvegia, eccetera.[1] A queste si può aggiungere l'isola 602 di Trong-Ming in Cina, che si è formata a poco a poco dalle terre che il fiume di Nanchino trascina e deposita alla sua imboccatura; questa isola è molto grande, è lunga piú di 20 leghe e larga 5 o 6.[2]

Il Po, il Trento, l'Adige e gli altri fiumi dell'Italia, trasportano una grande quantità di terra nelle lagune di Venezia, so-

[1] Vedi VARENIO, *Geographia generalis*, p. 214.

[2] Vedi *Lettres édifiantes*, racc. II, p. 234.

prattutto nel periodo delle inondazioni, tanto che, a poco a poco, si riempiono e in qualche luogo sono già asciutte nelle ore di bassa marea; e ad avere una certa profondità sono solo i canali, che sono mantenuti grazie a fortissime spese.

Alle foci del Nilo, del Gange e dell'Indo, a quelle del Plata in Brasile, del Nanchino in Cina, e di molti altri fiumi, si trovano terre e sabbie accumulate. La Loubère nel suo Viaggio al Siam dice che i banchi di sabbia e di terra aumentano di giorno in giorno alla foce dei grandi fiumi dell'Asia, a causa dei limi e dei sedimenti che trascinano, tanto che la navigazione in questi fiumi diviene ogni giorno piú difficile e diverrà un giorno impossibile; si può dire la stessa cosa dei grandi fiumi dell'Europa e soprattutto del Volga, che sbocca nel Mar Caspio con piú di settanta bracci, e del Danubio che ne ha sette nel Mar Nero, eccetera.

Dato che in Egitto piove solo molto raramente, la regolare inondazione del Nilo dipende dai torrenti che vi scendono dall'Etiopia. Questo fiume trascina un'enorme quantità di limo, e non solo ha trasportato sul terreno dell'Egitto molte migliaia di strati annuali, ma ha anche portato molto avanti nel mare i fondamenti di un'alluvione che, con il tempo, potrà formare un nuovo paese; infatti con la sonda, a piú di 20 leghe di distanza dalla costa, sul fondo del mare, si trova il limo del Nilo che aumenta tutti gli anni. Il basso Egitto, dove attualmente si trova il Delta, era una volta un golfo del mare.[1] Omero ci dice che l'isola di Faro era lontana dall'Egitto un giorno e una notte di cammino, mentre oggi si sa che ne è quasi una continuazione. Il suolo in Egitto non ha ovunque uno strato di buon terreno della stessa profondità, piú ci si avvicina al mare, meno è profondo; vicino alle sponde del Nilo può arrivare talvolta a 30 piedi e superarli, mentre nel punto estremo in cui arrivano le acque dell'inondazione, non raggiunge i 7 pollici. Tutte le città del basso Egitto sono state costruite su argini e su alture artificiali.[2] La città di Damietta dista dal mare piú di 10 miglia,

603

[1] Vedi Diod. Sic. iii; Arist. *de Meteor.* i. 14; Erod. 4, 5, ecc.
[2] Vedi il Viaggio di Shaw, vol. 2, pp. 185 sg.

mentre al tempo di san Luigi, nel 1243, era un porto di mare. La città di Fooah, che trecento anni fa sorgeva alla foce del ramo canopico del Nilo, ne dista ora piú di 7 miglia; da quarant'anni in qua il mare si è ritirato davanti a Rosetta per una mezza lega, eccetera.[1]

604 Trasformazioni si sono avute anche alla foce di tutti i grandi fiumi d'America, anche di quelli che sono stati recentemente scoperti. Il padre Charlevoix, a proposito del Mississipí, dice che alla sua foce, sotto Nuova Orléans, il terreno forma una punta che non sembra molto antica: infatti anche scavando a poca profondità vi si trova acqua, e tutte quelle piccole isole, alla cui formazione si è assistito recentemente su tutte le foci di questo fiume, non lasciano alcun dubbio che questa lingua di terra si sia formata di recente. Sembra certo, egli dice, che quando La Salle scese[2] il Mississipí fino al mare, la foce di questo fiume non era come è oggi.

Piú ci si avvicina al mare, egli aggiunge, piú ci si accorge di tutto ciò: la barra non ha quasi acqua sufficiente nella maggior parte delle piccole uscite che il fiume si è aperto; esse si sono moltiplicate in cosí grande misura solo per gli alberi trascinati dalla corrente, uno solo dei quali, bloccato dai suoi rami o dalle sue radici in un punto di scarsa profondità, può bloccarne altri mille; e a 200 leghe di qui[3] ne ho visti ammassi cosí grandi — egli dice — che uno solo sarebbe stato sufficiente a riempire tutti i cantieri di Parigi; non c'è nulla che riesca a distaccarli; il limo, trascinato dal fiume, serve loro da cemento e a poco a poco li copre, ogni nuova inondazione ne lascia un nuovo

605 strato, e dopo dieci anni al massimo liane ed arboscelli cominciano a crescervi; si sono cosí formate la maggior parte delle punte delle isole che fanno cosí spesso cambiare il corso del fiume.[4]

[1] Ibid., pp. 173 e 188.
[2] Secondo alcuni geografi il La Salle non ha mai disceso il Mississipí.
[3] Da Nuova Orléans.
[4] Vedi i Viaggi del padre CHARLEVOIX, vol. 3, p. 440.

Ma tutti i cambiamenti prodotti dai fiumi sono piuttosto lenti e possono diventare rilevanti solo dopo un lungo susseguirsi di anni; cambiamenti bruschi e improvvisi si sono però verificati in seguito a inondazioni e terremoti. Gli antichi sacerdoti egiziani, 600 anni prima della nascita di Gesú Cristo, davano per certo, a quanto scrive Platone nel *Timeo*, che una volta esisteva una grande isola vicino alle Colonne di Ercole; essa era piú grande dell'Asia e della Libia prese insieme, veniva chiamata Atlantide e fu inondata e sommersa dalle acque del mare dopo un grande terremoto. "Traditur Atheniensis civitas restitisse olim innumeris hostium copiis quae ex Atlantico mari profectae, prope cunctam Europam Asiamque obsederunt; tunc enim fretum illud navigabile, habens in ore et quasi vestibulo eius insulam quas Herculis Columnas cognominant: ferturque insula illa Lybia simul et Asia maior fuisse, per quam ad alias proximas insulas patebat aditus, atque ex insulis ad omnem continentem e conspectu iacentem vero mari vicinam; sed intra os ipsum portus angusto situ traditur, pelagus illud verum mare, terra quoque illa vere erat continens, etc. Post haec ingenti terrae motu iugique diei unius et noctis illuvione factum est, ut terra dehiscens omnes illos bellicosos absorberet, et Atlantis insula sub vasto gurgite mergeretur."[1] Questa antica tradizione non è del tutto priva di verosimiglianza: le terre, che sono state sommerse dalle acque potevano forse essere quelle che congiungevano l'Irlanda alle Azzorre e queste ultime all'America; si trovano infatti in Irlanda gli stessi fossili, le stesse conchiglie e le stesse produzioni marine che si trovano in America, alcune delle quali sono diverse da quelle che si trovano nel resto dell'Europa.

606

Eusebio riferisce due testimonianze sui diluvi: una è di Melone, secondo il quale la Siria ebbe una volta tutte le sue pianure inondate; l'altra è di Abideno, che racconta come al tempo del re Sisitro vi fu un gran diluvio che era stato predetto da Saturno. Plutarco nel *De solertia animalium*, Ovidio e gli

[1] PLAT. *Tim.*

altri mitologisti parlano del diluvio di Deucalione avvenuto, si dice, in Tessaglia circa 700 anni dopo il diluvio universale. Si vuole anche che ve ne sia stato uno piú antico nell'Attica, al tempo di Ogige, circa 230 anni prima di quello di Deucalione. Nel 1095 si ebbe un diluvio in Siria che annegò moltissime persone.[1] Nel 1164, in Frisia, un diluvio di enormi proporzioni, sommerse tutte le coste del mare insieme a molte migliaia di persone.[2] Nel 1218, come anche nel 1530, un'altra grande inondazione fece perire quasi centomila persone. Vi sono molti altri esempi di queste grandi inondazioni, per esempio quella del 1604 in Inghilterra, eccetera.

607 Una terza causa dei mutamenti che avvengono sulla superficie del globo, sono i venti impetuosi, perché essi non soltanto formano dune e colline sulle sponde del mare e all'interno dei continenti, ma spesso arrestano e respingono indietro i corsi d'acqua, cambiano la direzione dei fiumi, sollevano le terre coltivate e gli alberi, rovesciano le case, inondano, per cosí dire, regioni intere. Un esempio di queste inondazioni di sabbia, l'abbiamo avuto in Francia sulle coste di Bretagna; l' "Histoire de l'Académie" dell'anno 1722 ne parla nei termini seguenti:

"Nelle vicinanze di Saint-Paul de Léon nella bassa Bretagna, si affaccia sul mare una regione che, prima del 1666, era abitata e ora non lo è piú a causa della sabbia che la copre per un'altezza di piú 20 piedi e che di anno in anno avanza, guadagnando maggior terreno. Dall'epoca indicata ne ha occupato piú di 6 leghe e non le rimane da coprirne che mezza per arrivare a Saint-Paul, che dovrà essere probabilmente abbandonata. Nella parte sommersa della regione si vedono ancora alcune punte di campanili e alcuni camini che spuntano da questo mare di sabbia: gli abitanti dei villaggi sepolti hanno avuto per lo meno il tempo di lasciare le loro case per andare a mendicare.[3]

"È il vento dell'est o del nord che sospinge questa calamità, esso solleva questa sabbia finissima e la trasporta in cosí grande

[1] Vedi Alsted. *Chron.* xxv. [2] Vedi Krank, libro 5, cap. 4.
[3] Vedi p. 7.

quantità e a tanta velocità che il Deslandes, al quale l'Accademia deve questa osservazione, narra come, passeggiando in quella regione, mentre il vento incalzava, fosse costretto di tanto in tanto a scuotere il suo cappello e il suo abito, perché li sentiva appesantiti; inoltre quando questo vento è violento, solleva la sabbia al di sopra di un piccolo braccio di mare fino a Roscof, piccolo porto abbastanza frequentato da vascelli stranieri; nelle strade di questa borgata la sabbia raggiunge talvolta l'altezza di due piedi e viene tolta a carrettate. Di sfuggita si può far notare la presenza in questa sabbia di molte parti ferruginose che si scoprono mediante lame calamitate. *608*

"Il punto della costa dal quale proviene tutta questa sabbia è una spiaggia che si estende da Saint-Paul fino a Plouescat, cioè per un tratto che supera le 4 leghe e che è quasi a livello del mare, quando vi è l'alta marea. La disposizione dei luoghi fa sí che solo il vento dell'est o del nord-est ha la direzione necessaria per trasportare la sabbia nell'interno. È evidente come la sabbia, portata e accumulata dal vento in un luogo, sia poi raccolta da quello stesso vento e portata piú lontano, cosí da avanzare nella regione, coprendola progressivamente finché il luogo che la fornisce avrà da fornirne sempre di nuova; altrimenti la sabbia, avanzando, diminuirebbe sempre piú in altezza e cesserebbe di fare disastri. Ma è piú che probabile che il mare getti o depositi per lungo tempo ancora sempre nuova sabbia in questa spiaggia da cui il vento la solleva, anche se dovrà essere sempre cosí fine per poter venire facilmente sollevata.

"È la prima volta che un disastro simile si verifica, perché la spiaggia da cui proviene questa sabbia non ne aveva fino a qualche tempo fa una quantità sufficiente per sollevarla al di di sopra della superficie del mare, o forse perché il mare ha abbandonato questo luogo, lasciandolo allo scoperto, solo da poco; su questa costa si è infatti verificata qualche variazione nel movimento delle sue acque: ora, per esempio, durante l'alta marea, il mare avanza una mezza lega al di qua di certe rocce che una volta non oltrepassava. *609*

"Questa disgraziata regione, invasa in un modo cosí diverso dal consueto, conferma ciò che gli antichi e i moderni riferiscono sulle tempeste di sabbia dell'Africa, in cui sono andate distrutte città ed anche eserciti."

Shaw ci riferisce che i porti di Laodicea e di Jebilea, di Tortosa, di Rowadse, di Tripoli, di Tiro, di Acri, di Giaffa, sono tutti pieni di sabbie trascinate dalle grandi onde del Mediterraneo, che si infrangono su questa costa, quando il vento dell'ovest soffia con violenza.[1]

È inutile dare un maggior numero di esempi delle alterazioni che avvengono sulla terra: il fuoco, l'aria e l'acqua vi producono continui cambiamenti, che col tempo diventano molto accentuati; non soltanto vi sono cause generali, i cui effetti sono periodici e regolari, mediante le quali il mare prende progressivamente il posto della terra e abbandona il suo, ma vi sono anche moltissime cause particolari, che contribuiscono a questi mutamenti, causando sconvolgimenti, inondazioni, sprofondamenti, e la superficie della terra, che è quanto di piú solido noi conosciamo, è soggetta, come tutto il resto della natura, a continue vicissitudini.

[1] Vedi i Viaggi di SHAW, vol. 2.

# *CONCLUSIONE*

Sembra certo, dalle prove che abbiamo dato (articoli 7 e 8), *610* che i continenti della terra siano stati, un tempo, coperti dalle acque del mare; sembra altrettanto certo (articolo 12) che il flusso e riflusso, e gli altri movimenti delle acque, stacchino continuamente, dalle coste e dal fondo del mare, materie di ogni specie e conchiglie che si depositano poi da qualche parte, ricadendo in fondo all'acqua sotto forma di sedimenti, e che questa sia l'origine degli strati paralleli e orizzontali, che si scoprono dappertutto. Sembra (articolo 9) che le ineguaglianze del globo non abbiano altra causa all'infuori del movimento delle acque del mare e che le montagne siano state prodotte dall'ammassarsi successivo dei sedimenti di cui abbiamo parlato, che hanno formato i diversi letti da cui esse sono composte. È evidente che le correnti, che all'inizio hanno seguito la direzione di queste ineguaglianze, hanno poi dato a tutte la forma da loro mantenuta ancora oggi (articolo 13), cioè quella reciproca corrispondenza degli angoli sporgenti sempre opposti a quelli rientranti. Sembra anche (articoli 8 e 18) che la maggior parte delle materie distaccate dal mare dal suo fondo e dalle sue coste, siano state ridotte

in polvere quando sono precipitate sotto forma di sedimenti, e che questa polvere impalpabile abbia riempito l'interno delle conchiglie, senza lasciare spazi vuoti di sorta, sia quando queste 611 materie avevano la stessa natura delle conchiglie, sia quando avevano un'altra natura analoga. È certo (articolo 17) che gli strati orizzontali, prodotti via via dal sedimento delle acque, e che erano inizialmente molli, abbiano acquistato durezza via via che si sono andati disseccando e che sia stato questo disseccamento a causare le fenditure perpendicolari che attraversano gli strati orizzontali.

Non è possibile porre in dubbio, dopo aver letto i fatti che sono stati riferiti negli articoli 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18 e 19, che non siano avvenute moltissime rivoluzioni, sconvolgimenti, mutamenti particolari e alterazioni sulla superficie della terra, dovuti sia al movimento naturale delle acque del mare, sia all'azione delle piogge, dei geli, delle acque correnti, dei venti, dei fuochi sotterranei, dei terremoti, delle inondazioni eccetera, e che di conseguenza il mare non abbia potuto prendere progressivamente il posto della terra, soprattutto nei primi tempi dopo la creazione, quando le materie terrestri erano molto piú molli di oggi. Dobbiamo tuttavia confessare che possiamo esprimere giudizi molto imperfetti sulla successione delle rivoluzioni naturali; che ancora piú approssimativamente noi possiamo giudicare il susseguirsi degli accadimenti, dei mutamenti e delle alterazioni; che la mancanza delle testimonianze storiche ci priva della conoscenza dei fatti; ci mancano esperienza e tempo; noi non riflettiamo che il tempo a noi mancante non manca affatto alla natura; vogliamo riportare a quello che è 612 l'istante della nostra esistenza, i secoli passati e i tempi avvenire, senza considerare che l'istante della vita umana, che ha la lunghezza concessale dalla storia, non è che un punto nel tempo, un solo fatto nella storia dei fatti di Dio.

Tome I
Ire Carte pag. 204
CARTE DE L'ANCIEN CONTINENT
Selon sa plus grande longueur diamètrale depuis la Pointe de la Tartarie Orientale, jusqu'au Cap de Bone Esperance.
Dressée Sous les yeux de Mr. DE BUFFON
Par le Sr. Robert de Vangondy Fils de Mr. ROBERT Geogr. ord. du Roi.
1749.
Degrés de l'Equateur
Septentrion
Midi
Pointe de la Tartarie Orientale
Cap de Bne Esperance
Gaill Delahaye

Tome I
2e Carte pag. 200.
Septentrion
Occident
Equateur
Orient
Midi
G du Mexique
Apaches
Sonora
Labrador
Mer Christiane
Baye d'Hudson
Canada
Virginie
Floride
Mexico
Jamaique
Honduras
Cartagène
La Guadeloupe
la Martinique
Barbude
Romaguas
Morúas
Marianas
Zamas
Zongo
Amazone
Tapouyes
Chiriguanes
Paraguay
Guayra
Buenos ayres
Terre Magellanique
Patagons
CARTE DU NOUVEAU CONTINENT
selon sa plus grande longueur diamètrale
depuis la Riv. de la Plata jusqu'au
delà du Lac des Assiniboils.
Dressée sous les yeux de M. DE BUFFON
Par le S. Robert de Vaugondy
Fils de M. ROBERT Geog. ord. du Roi.
1749
Degrés de l'Equateur
Guill. Delahaye

I numeri che contraddistinguono le note rimandano:
i numeri in carattere nero, alla numerazione delle pagine dell'edizione originale, riportata in margine nel presente volume (si veda l'Avvertenza a pagina XXXIII);
i numeri che seguono tra parentesi, alla numerazione delle pagine del presente volume.

Tutti i rimandi a pagine del testo, si riferiscono alla numerazione in margine.

**1** (5) In una lettera inviata a Jean Jalabert nel 1745, Buffon lo informava di aver letto l'anno precedente, alla sessione pubblica dell'Accademia delle Scienze, un discorso sui metodi di botanica e di avervi attaccato in modo particolare Linneo: "Si cade in errore in fisica, quando si attribuisce alla natura troppa uniformità; per questo stesso motivo cadono in errore tutti i metodi di botanica; e quello di Linneo mi soddisfa ancora meno di tutti gli altri. Ho letto l'anno scorso, alla sessione pubblica dell'Accademia delle Scienze, un discorso su questo argomento, nel quale credo di aver dimostrato i difetti e l'insufficienza dei metodi, e l'impossibilità di renderli efficaci e generali se si adoperano solo alcune parti per caratteri; e ho concluso col far vedere che il metodo di Linneo è il meno sensato e il piú mostruoso di tutti, poiché pone nella stessa classe e spesso nello stesso genere piante assolutamente differenti, per esempio la quercia con la pimpinella, il gelso con la carota, l'olmo con l'ortica, eccetera. Vi invierei volentieri questo discorso, ma dovrà venire stampato quest'inverno nel primo volume di un'opera considerevole alla quale sto lavorando, che ha per titolo *Catalogo ragionato del Gabinetto del Giardino del Re*".[1] Questa lettera, fra le piú interessanti della corrispondenza a noi rimasta del Buffon, perché una delle poche che non trattino dei suoi rapporti di affari e delle

[1] Lettera a Jean Jalabert del 2 agosto 1745; in Rev. Hist. litt. France 8, 653 (1901), ripubblicata da P. Bonnefon nelle *Pages choisies des grands écrivains - Buffon* (Parigi 1903) pp. 338-42.

sue relazioni mondane ma lo presentino nella sua attività di filosofo e di scienziato, è particolarmente importante perché ci permette di fare tre appunti cronologici nel corso dei dieci anni che vanno dal suo insediamento nell'Intendenza del Giardino del Re alla pubblicazione dei primi tre volumi della *Storia naturale*, periodo di tempo in cui venne progettata l'opera ed elaborata la sua prima parte, cioè appunto i primi tre volumi. Dalla lettera al Jalabert risulta: 1) nel 1745 non aveva ancora preso corpo la realizzazione della *Storia naturale* cosí come sarebbe stata presentata nel 1749, se ancora Buffon parlava di un'opera che doveva semplicemente essere un Catalogo (seppure) ragionato del Gabinetto del Re; 2) fin dal '44 il nucleo centrale di questo discorso, cioè l'attacco ai metodi, era stato abbozzato; 3) il Catalogo doveva essere stampato nell'inverno del '46, ma non lo fu; perciò la trasformazione del primitivo progetto dovette avvenire nella seconda metà del '45.

Nel 1748 il "Journal des Savants" annunciava il programma della *Storia naturale* fino al quindicesimo volume.[1] Nello schema di presentazione, il primo volume comprendeva: 1) una prefazione sull'istituzione del Giardino del Re e sul Gabinetto di Storia naturale, 2) un discorso "Sulla maniera di studiare e di trattare la Storia naturale", 3) un discorso "Sulla storia e sulla teoria della Terra". Ne concludiamo che solo immediatamente prima di andare in stampa venne deciso un ulteriore mutamento, cioè di cominciare la *Storia naturale* con questo discorso.

3 (7) Per altre definizioni di "storia naturale", si vedano A.-J. Dezallier d'Argenville, *L'histoire naturelle éclaircie dans deux de ses parties principales, la lithologie et la conchyliologie* (Parigi 1742) p. 2; "Encyclopédie", articolo: Histoire naturelle.

4 (7) Si noti come Buffon insista sul termine "osservatori". Il d'Alembert avrebbe distinto: "La fisica sperimentale si svolge intorno a due punti che non bisogna confondere, l'esperienza propriamente detta, e l'osservazione. Quest'ultima, meno ricercata e meno sottile, si ferma ai fatti che ha sotto gli occhi, si limita cioè a guardare attentamente e a dare i dettagli dei fenomeni di ogni specie che lo spettacolo della natura presenta: l'altra, al contrario, cerca di penetrare la natura piú profondamente, di scovare ciò che essa nasconde, di creare in qualche maniera, attraverso la combinazione dei corpi, nuovi fenomeni per studiarli. Per concludere, essa non

[1] Journal des Savants (1748) 639 sg.

si limita ad ascoltare la natura, ma l'interroga e la forza." [1] Si veda la nota seguente.

4 (8) L'abate de Lignac osservava fra il serio e l'ironico, nelle sue *Lettres à un Amériquain*, che nessun altro poteva essere riconosciuto in questo elogio del perfetto scienziato, all'infuori del Réaumur.[2] Il tono dell'osservazione era serio: nel Réaumur il Lignac scorgeva effettivamente la quintessenza del perfetto scienziato, ma egli sapeva quanto fosse lontana l'intenzione del Buffon da questa attribuzione e riversava perciò su di lui la sua ironia. Joseph-Adrien Le Large de Lignac (?-1762) fu un oratoriano, seguace di Cartesio; piú tardi diventò seguace di Malebranche. Nel 1748 si era cimentato come naturalista, pubblicando una memoria sui ragni acquatici; le altre sue opere trattarono argomenti di filosofia tradizionale.[3] Nel 1751 aveva pubblicate, anonime, ad Amburgo, le *Lettres à un Amériquain*, la piú ampia confutazione dell'opera del Buffon che uscisse quasi contemporanea alla pubblicazione dei primi tre volumi della *Storia naturale*. Le *Observations* del Malesherbes, infatti, che furono l'altra grande confutazione del Buffon, quantunque scritte nei mesi immediatamente seguenti la pubblicazione del 1749, vennero date alle stampe solo mezzo secolo dopo, precisamente nel 1798: non ebbero perciò l'incidenza viva, polemica e pubblicistica della confutazione del Lignac, con la quale si operava un'aperta scissione fra gli scienziati dell'epoca. Dietro il Lignac, infatti, a muovere le fila della polemica antibuffoniana, c'era il Réaumur,[4] dalla cui personalità di scienziato dobbiamo muovere, se vogliamo comprendere a fondo la contrapposizione del Buffon fra il genio e l'osservatore.

René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757) fu, dai primi anni del Settecento fino alla metà del secolo, il piú noto dei naturalisti francesi. Aveva studiato, negli anni della giovinezza, diritto, ma la sua passione per le scienze naturali gli aveva fatto interrompere gli studi di giurisprudenza. In possesso di una considerevole rendita, egli si era dedicato com-

[1] J. D'ALEMBERT, *Expérimental*, art. nell' "Encyclopédie".

[2] J.-A. DE LIGNAC, *Lettres à un Amériquain sur l'Histoire naturelle générale et particulière de Monsieur de Buffon et de Monsieur Daubenton*, nouvelle édition revue et corrigée par l'Auteur (Amburgo 1756) vol. I, pp. 136 sg.

[3] A. MONOD, *De Pascal à Chateaubriand - Les défenseurs français du christianisme de 1670 à 1802* (Parigi 1916) p. 310, n. 1.

[4] Sul Lignac, sui suoi rapporti col Réaumur, sulla parte avuta da entrambi nelle *Lettres*, cfr. J. TORLAIS, *Réaumur - Un esprit encyclopédique en dehors de l'Encyclopédie* (Parigi 1937) pp. 239-44; R.-A. DE RÉAUMUR e A. TREMBLEY, *Correspondence inédite*, introduzione di É. Guyénot (Ginevra 1943) pp. 359-63.

pletamente alle ricerche di cui era appassionato. Protetto e appoggiato dal presidente Hénault, era andato a Parigi, e presentando alcune memorie di geometria aveva ottenuto di entrare a far parte dell'Accademia: questo avvenne nel 1708 e per cinquant'anni egli rimase membro attivo dell'Accademia delle Scienze. Sperimentatore e osservatore di eccezione, i suoi interessi furono svariatissimi e andarono dalla fisica generale, alle arti meccaniche, soprattutto alla storia naturale. Nelle sue *Memorie*, pubblicate dall'Accademia, troviamo studiati gli argomenti piú diversi, dai coralli e dalle conchiglie, ai fossili, dai ritrovamenti dell'oro nei fiumi, alla duttilità delle materie, alla torsione delle corde; inventò il termometro detto di Réaumur, sua fu la prima trattazione sulla trasformazione del ferro in acciaio svolta nel *Traité sur l'art de convertir le fer en acier et d'adoucir le fer fondu*, scrisse il primo saggio di cristallografia metallica, fece i primi esperimenti di incubazione artificiale delle uova. Ma i *Mémoires pour servir à une histoire des insectes*, in 6 volumi, pubblicati dal 1736 al 1742, che dovevano suscitare tanta ammirazione fra i contemporanei,[1] e tanta ironia da parte di Buffon e di Diderot, costituirono la sua grande opera.

La sua fama, sino allora senz'ombra e senza rivali, non ebbe certamente un declino, ma fu turbata, proprio negli ultimi anni della sua vita, dalla pubblicazione della *Storia naturale*. Buffon, fin da queste prime pagine, assumeva un atteggiamento di aperta critica verso il tipo di scienza rappresentato dal Réaumur, che alla singola osservazione non univa una visione d'insieme, un corpo di scienza in cui venissero tentate una o piú sintesi esplicative dei fenomeni naturali. Se non furono molti i passi in cui Buffon espresse apertamente questa critica, se talvolta si limitò ad alludere quasi per sottinteso al grande naturalista osservatore delle piccole cose,[2] tutta la sua opera, cosí come fu concepita e come venne attuata, fu un attacco al tipo di scienza rappresentato dal Réaumur. Nel '36, ancora all'inizio della sua attività di pensatore e di scienziato, Buffon poneva il Réaumur fra coloro che avevano seguíto il metodo "del grande Newton, del signore di Verulamio, di Galileo, di Boyle, di Stahl, quel metodo che si era imposto all'Accademia delle Scienze e che i suoi illustri membri, signori Huygens, Réaumur, Boerhaave, eccetera, avevano già fatto e continuavano a far

[1] TORLAIS, *op. cit.*, pp. 44 sgg.

[2] Lettera al presidente Ruffey del 14 febbraio 1750, in BUFFON, *Correspondence inédite*, raccolta e annotata da H. Nadault de Buffon (2 voll., Parigi 1860) vol. 1, p. 54; *Histoire naturelle*, vol. 4 (1753) pp. 90 sgg.

cosí ben valere".[1] Per Buffon erano ancora gli anni della preparazione scientifica: incerto se dedicarsi completamente alle matematiche,[2] eseguiva contemporaneamente esperienze di vario genere, attinenti anche alle arti meccaniche.[3] La sua adesione al metodo sperimentale era tuttavia scontata e non poteva non fargli incondizionatamente apprezzare un osservatore della natura, un raccoglitore di materiali, quale il Réaumur. Ma dopo dieci anni dedicati alla preparazione e alla attuazione della sua *Storia naturale*, l'esperienza che ne aveva tratto lo portava a dichiarare senza incertezze che, se si voleva ottenere una scienza della natura, occorreva distinguere nel lavoro scientifico due momenti, anzi due diversi tipi di ricerca, quella dell'osservatore che accumula all'inizio i materiali e quella del genio che li elabora piú tardi per determinarne i rapporti: Réaumur era di coloro le cui "osservazioni, se mai potranno essere utili, fruttificheranno solo nelle mani di qualche genio superiore, di qualche metafisico profondo che, senza uscire dal gabinetto, coglierà in un sol colpo d'occhio i rapporti nascosti che sono sfuggiti ai deboli lumi degli osservatori...", per usare le risentite parole nelle quali il Malesherbes parafrasava il pensiero di Buffon.[4] Diderot, pochi anni piú tardi, avrebbe fatto delle sue *Pensées sur l'interprétation de la nature* quasi un "manuale" della collaborazione dei *manouvriers* e degli *speculatifs*. Dopo piú di un secolo, che aveva visto un susseguirsi di osservatori e di sperimentatori, Buffon, e insieme a lui Diderot, chiedevano di cominciare a tirare delle conclusioni. Nelle figure dell'osservatore e del genio, che collaboravano all'edificazione della scienza, essi simbolizzavano il metodo sperimentale e il metodo razionale, fusi quasi in un nuovo *esprit de système* che nasceva dall'ipotesi e aspettava, a differenza dell'*esprit de système* ripudiato, la conferma dell'esperimento, ma che tentava pur sempre di ricomporre la natura o di forzarla a rivelarsi: "... un fenomeno... si è impossessato di tutti i nostri filosofi e li divide in due classi. Alcuni sembrano avere molti strumenti e poche idee; altri molte idee e nessun strumento. L'interesse della verità vorrebbe che i pensatori si unissero infine a quanti lavorano con le mani, affinché il filosofo speculativo non avesse piú la preoccupazione di muoversi, e il

[1] BUFFON, prefazione a *La statique des végétaux et l'analyse de l'air* par M. Hales, ouvrage traduit par M. Buffon (Parigi 1735) p. VI.

[2] Lettera del 16 febbraio 1736 a Gabriel Cramer, al quale Buffon comunica la sua decisione di dedicarsi alle matematiche, cit. da J. STROHL, *Buffon*, Nouvelle Rev. franç. (1935) 847.

[3] Hist. Acad. Sci. (1788), art.: Éloge de Buffon.

[4] C.-G. DE MALESHERBES, *Observations sur l'Histoire naturelle générale et particulière de Mrs Buffon et Daubenton* (Parigi 1798) vol. I, p. 40.

manipolatore desse uno scopo alle tante fatiche che sostiene, cosí che gli sforzi di tutti noi si trovassero riuniti e indirizzati insieme contro la resistenza che oppone la natura e in questa specie di lega filosofica ciascuno ottenesse il posto a lui adatto." [1]

Nella prefazione alla *Statique des végétaux* dello Hales, dove Buffon aveva fatta aperta professione di sperimentalismo, egli aveva anche scritto: "Continuiamo ad ammucchiare sempre esperienze, e allontaniamoci, se ci è possibile, da qualsiasi spirito di sistema, per lo meno finché ci sentiamo preparati; sicuramente troveremo un giorno dove sistemare questi materiali; e quand'anche non riuscissimo a costruire con essi un intero edificio, essi ci serviranno indubbiamente a gettarne le fondamenta e forse a portarlo avanti al di là delle nostre speranze." [2] Questa precisa limitazione al rifiuto di un *esprit de système* rivelava fin d'allora che l'ambizione di Buffon oltrepassava gli angusti spazi di un gabinetto di ricerche specifiche da cui ricavare risultati particolari e distaccati, e che la sua opposizione all'*esprit de système* non era un'opposizione di principio, alla quale si sottomettesse a qualsiasi condizione, abbandonandosi nelle braccia dello sperimentalismo, per rifiutare qualunque forma di metodo razionale. C'era un sistematismo di cui egli diffidava, contro il quale si schierava deciso e in prima linea; era il sistematismo che voleva precedere i fatti: "Ammetto che non vi sarebbe niente di piú bello che trovare un solo principio per poi spiegare l'Universo; e sono d'accordo che se si potesse riuscire a indovinarlo, tutto quell'agitarsi per ricavare delle esperienze, sarebbe inutile; ma le persone dotate di buon senso si accorgono a sufficienza di quanto questa idea sia vana e chimerica: forse il sistema della natura dipende da molti princípi che ci sono sconosciuti quanto la loro combinazione; come si può osare d'illudersi di svelare questi misteri senza nessun'altra guida all'infuori della propria immaginazione? E come si può dimenticare che l'effetto è il solo mezzo di conoscere la causa?" [3] Questo sistematismo veniva cosí definito da Diderot: "Per spirito sistematico... intendo quello che costruisce piani e imbastisce sistemi dell'universo, ai quali per amore o per forza vuole adattare i fenomeni." [4] Ma era lo stesso Diderot a osservare che bisogna non solo "raccogliere" ma anche "legare i fatti", e che noi abbiamo tre strumenti principali di conoscenza, l'osservazione della natura, la riflessione

[1] D. Diderot, *Pensées sur l'interprétation de la nature*, in *Œuvres complètes* a cura di J. Assézat e M. Tourneux (Parigi 1875-77) vol. 2, p. 9.
[2] Buffon, prefazione cit., p. iv. [3] Ibid., p. iii.
[4] D. Diderot, *Philosophie*, art. nell' "Encyclopédie".

e l'esperienza: l'osservazione che raccoglie i fatti, la riflessione che li combina, l'esperienza che verifica il risultato della combinazione; e a concluderne: "di rado si vedono riuniti questi strumenti, perché i geni creatori sono rari".[1] In Diderot il rapporto fra metodo sperimentale e metodo razionale non venne mai meno: esso però si spostò volta a volta, salendo e discendendo questi tre gradi del processo conoscitivo, quasi sollecitato da un'inappagata problematicità propria a ognuno di essi e a ogni rapporto che fra di loro si stabiliva. Egli passava così da una definizione ardita e indipendente del genio[2] a una polemica diffidenza per qualsiasi procedimento che manipoli e organizzi i materiali,[3] alla convinzione che il più astratto razionalista può talvolta fecondare le più valide scoperte o il più grossolano sperimentatore possedere una sorta di genio ispiratore.[4]

Buffon, dotato di una non comune capacità sintetica, di una sviluppatissima forza logica, e assai più impegnato di Diderot a conseguire risultati tangibili, perché direttamente interessato alle ricerche di una scienza ben determinata, avvertí l'infruttuosità di una ricerca puramente volta al particolare e dimostrò, nel rifiutarla, una decisione pari a quella che lo portava a rifiutare l'*esprit de système*, quasi temendo una degenerazione vuota e sterile dello spirito antisistematico del suo secolo. Lo si può costatare dal passo seguente della *Storia naturale dei minerali*: "Si ripeterà senza alcun dubbio la triviale obiezione cosí spesso ripetuta contro le ipotesi, gridando che in buona fisica non occorrono né paragoni né sistemi. Tuttavia è facile accorgersi che noi conosciamo solo per comparazione e che possiamo giudicare le cose e i loro rapporti solo dopo aver ordinato questi rapporti, solo, cioè, dopo aver fatto un sistema. Scopo del filosofo naturalista deve dunque essere quello di innalzarsi abbastanza in alto per poter vedere che tutti gli effetti particolari dipendono da un effetto generale, preso come causa. Ma per cogliere la natura sotto questo aspetto, bisogna averla esaminata, studiata e paragonata in tutte le parti della sua immensa estensione; una certa genialità, molto studio, una certa libertà di pensiero sono tre attributi senza i quali non si potrà che stravolgere la natura invece di rappresentarla: me ne sono accorto spesso nel tentativo di ritrarla. Siano maledetti coloro che non provano incertezze del genere! I loro lavori, ben lungi dal far progredire la scienza, non fanno che ritardarne i progressi; fatti di scarsa importanza, oggetti presentati senza la necessaria chiarezza o visti sotto una falsa luce, cose malintese, metodi scolastici, grandi ragiona-

[1] DIDEROT, *Pensées* cit., p. 18.
[2] D. DIDEROT, *Génie*, art. nell' "Encyclopédie".
[3] DIDEROT, *Pensées* cit., pp. 20 sg.
[4] Ibid., pp. 23 sg..

menti fondati su di una logica puerile o su pregiudizi, costituiscono le materie senza sostanza delle opere dello scrittore senza genio; sono altrettanti mucchi di cose ingombranti che bisogna portar via prima di costruire. Le scienze sarebbero assai piú progredite se fossero meno le persone che hanno scritto; ma l'amor proprio non si opporrà sempre alla buona fede? L'ignorante si crede sufficientemente istruito, colui che lo è solo a metà si crede piú che sapiente, e tutti si credono geni o per lo meno credono di avere abbastanza spirito per poter giudicare e criticare le opere del genio; lo si vede dalle opere di quegli scrittori che non hanno altro merito all'infuori di quello di gridare contro i sistemi, perché essi sono non soltanto incapaci di farlo, ma forse anche di comprendere il vero significato di questa parola che li spaventa e li umilia. Tuttavia ogni sistema non è che una combinazione ragionata, un ordine dato alle cose o alle idee che le rappresentano, ed è il solo genio a poter impartire questo ordine, a poter dare un sistema di qualsiasi specie, perché è solo del genio generalizzare le idee particolari, riunire tutte le opinioni in un fascio di luce, aprire nuovi scorci, cogliere i rapporti che sfuggono, avvicinare quelli che sono lontani, formarne nuove analogie, sollevarsi abbastanza in alto ed estendersi abbastanza lontano, per poter abbracciare tutto insieme lo spazio che riesce a cogliere il suo pensiero; ecco perché solo il genio può dare un ordine sistematico alle cose e ai fatti, alle loro rispettive combinazioni, alla dipendenza delle cause e degli effetti; cosí che, una volta radunato e riunito il tutto, possa offrirsi allo spirito un grande quadro di speculazioni conseguenti o, per lo meno, un vasto spettacolo in cui tutte le scene sono unite e collegate da idee conseguenti e da fatti diversi." [1]

5 (8) Buffon aveva diretta esperienza delle difficoltà che si incontravano a voler fare una raccolta completa degli individui campioni dei tre regni naturali. Nel 1739, alla morte improvvisa del Du Fay, egli aveva ottenuto, quasi inaspettatamente, l'incarico di intendente del Giardino del Re.

Fondato nel 1635 da Guy de La Brosse,[2] il Giardino del Re era nato come *Jardin des Herbes medicinales*, cioè come fondazione di insegnamento pratico della scienza farmaceutica, da affiancare alla facoltà di medicina. Trascurato dopo la morte del fondatore, perché affidato ai medici di

[1] BUFFON, *Histoire naturelle des minéraux*, vol. 2 (1783) pp. 344 sg. Cfr. anche *Suppléments à l'Histoire naturelle*, vol. 3 (1776) p. 334.

[2] G. DE LA BROSSE, *L'ouverture du Jardin royal de Paris pour la démonstration des plantes medicinales* (Parigi 1640).

Corte, nel 1732 ne aveva ottenuto la nomina a intendente il Du Fay, che ne aveva iniziato un'opera di ripristinamento; la sua morte permise a Buffon, nel '39, di prenderne il posto.[1] Questa successione fu ottenuta attraverso sollecitazioni da parte di Buffon e di suoi amici: l'incarico di intendente al Giardino aveva infatti, quando morí il Du Fay, già due aspiranti, Maupertuis e Duhamel du Monceau. A quest'ultimo la successione era stata formalmente promessa. Proprio durante la malattia del Du Fay egli si trovava in Inghilterra per fare delle esperienze sul legno da costruzione; gli Jussieu si presero l'incarico di ricordare al Du Fay la promessa e ne ebbero conferma. Nel frattempo Buffon si era preoccupato di scrivere allo Hellot, membro dell'Accademia, una lettera che riportiamo per intero, essendo un documento di estremo interesse: essa sta all'origine di una svolta decisiva nella vita di Buffon.

"Ero già a conoscenza della morte del povero Du Fay, fatto che mi ha in verità addolorato. È una grave perdita per l'Accademia: il suo merito faceva molto onore al corpo [degli Accademici]. Era inoltre risaputo alla Corte e in qualsiasi altra parte del mondo che egli otteneva cose strabilianti per il Giardino del Re; vi confesso anzi che l'ha rimesso cosí bene in piedi che sarei molto contento di succedergli in questo posto; penso tuttavia che esso sarà già convenientemente assegnato. Se avessi piú ragioni di pretendervi di un altro, mi guarderei bene dal richiederlo; conosco abbastanza bene il signor Maurepas, e ne sono assai conosciuto, perché egli me lo dia senza sollecitazioni da parte mia. Vorrei soltanto pregare i miei amici di parlare in mio favore, di dire chiaramente che sarei adatto a questo posto: è tutto ciò che mi rimane da fare di ragionevole per ora. Per quanto Ella mi dice, cioè che il signor di Maurepas è deciso a conservare il Giardino del Re in seno all'Accademia, non ho difficoltà a crederlo; ma, quand'anche non avesse preso in antipatia Maupertuis, sono convinto che non darebbe a lui quel posto. Ma vi sono altre persone all'Accademia. Prendete nota per me di tutto quello che verrete a sapere. Potreste anche far cadere qualche parola di sollecitazione del conte di Caylus presso il signor di Maurepas. Vi sono cose a mio favore; ma ve ne sono anche altre sfavorevoli, soprattutto la mia età; tuttavia, a pensarci bene, ci si accorge che l'intendenza del Giardino del Re richiede un giovane uomo attivo, capace di affrontare le piú gravi difficoltà, che conosca le piante e sappia moltiplicarle, che abbia una certa conoscenza in tutte le

[1] Y. François, *Buffon au Jardin du Roi, 1739-1788*, in L. Bertin, F. Bourdier, E. Dechambre, Y. François ecc., *Buffon* (Parigi 1952) pp. 105-07.

materie che le riguardano, e soprattutto che s'intenda di costruzioni; perciò a me sembra di essere proprio adatto: ma non ho grandi speranze, ragion per cui non avrò molto rimpianto di vedere qualcun altro a questo posto." [1]

Lo Hellot fu un amico impareggiabile per Buffon: ancora prima di ricevere questa lettera si recò dal Du Fay, che aveva avuto delle controversie scientifiche con Buffon, e riuscí a fargli firmare una dichiarazione con la designazione di Buffon a suo successore. A Duhamel du Monceau fu promesso un posto adeguato: di lí a poco venne infatti nominato ispettore della Marina e Buffon ebbe dal Maurepas la nomina a intendente del Giardino.[2]

Se Buffon riuscí a scalzare i due aspiranti che lo precedevano per età, per esperienza e per merito, uno dei quali era suo intimo amico, riuscí però anche a mantenere quello che aveva promesso sulle sue capacità nell'organizzare e amministrare il Giardino. Nel giro di soli tre anni riuscí a interessare moltissime persone, specialmente uomini di scienze e viaggiatori, all'ingrandimento del Giardino del Re. Il riferimento che egli fa alle spese, è frutto di personale esperienza: a corto di fondi, Buffon riuscí ad arricchire il Gabinetto soprattutto attraverso donazioni che seppe abilmente promuovere, sia promettendo in cambio il suo appoggio presso alti personaggi, sia ottenendo dal Maurepas l'istituzione di un titolo puramente onorifico di "Correspondant du Jardin du Roi", che, opportunamente dosato, divenne ambitissimo e fu fonte di inesauribili donazioni e invii di esemplari da ogni parte del mondo.[3] In seguito, quando iniziò la descrizione del Gabinetto di Storia naturale nella sua opera, trovò un nuovo mezzo per sollecitare l'invio di pezzi rari da ogni parte del mondo: fare i nomi di coloro che contribuivano all'arricchimento del Gabinetto nelle pagine della *Storia naturale*, onore al cui fascino ben pochi fra coloro che avevano il mezzo per ottenerlo riuscivano a sottrarsi.[4] Un altro mezzo escogitato da Buffon per arricchire il Gabinetto fu quello di raccogliere le collezioni private che sarebbero andate disperse. Daubenton, nella sua descrizione del Gabinetto, indicava l'importanza e l'utilità di questo deposito pubblico cui tutti potevano far capo e concludeva, sempre nello stile del Buffon: "... bisogna dunque dare a quanti formano queste collezioni

[1] Buffon, lettera del 23 luglio 1739, in *Correspondence inédite* cit., vol. I, p. 31.
[2] H. Nadault de Buffon, *Notes et éclaircissements*, ibid., p. 231.
[3] Lettera al signor Arthur, medico del Re a Cayenne, del 4 gennaio 1742; ibid., p. 36.
[4] Nadault de Buffon, ibid., p. 235 sg.

tutti i lumi e le facilitazioni che si possono loro procurare; essi contribuiscono col loro gusto, con le loro conoscenze e con le loro ricerche al progresso della storia naturale e alla perfezione del Gabinetto del Re." [1]

Sui Gabinetti di storia naturale in Francia nel diciottesimo secolo, si veda E. Lamy, *Les Cabinets d'histoire naturelle en France au XVIII<sup>e</sup> siècle et le Cabinet du Roi (1635-1730)* (Parigi 1930).

Sull'origine dei Gabinetti di storia naturale e sull'importanza loro assegnata nel Cinquecento, Seicento e Settecento, prima dell'ingresso del Buffon al Gabinetto del Re, si vedano B. Palissy, *Cabinet de Palissy*, in *Œuvres* (Parigi 1777) pp. 691 sgg.; B. Faujas de Saint-Fond, ibid., p. 691, n. 1; Ch. Sorel, *Traité de la perfection de l'âme* (Parigi 1644) p. 358, cit. ibid., p. XLVIII; A.-J. Dezallier D'Argenville, *L'histoire naturelle éclaircie dans deux de ses parties principales, la lithologie et la conchyliologie* (Parigi 1742) pp. 192 sgg.; D. MORNET, *Les sciences de la nature en France au XVIII<sup>e</sup> siècle* (Parigi 1911) pp. 3 sg.

Sull'influenza esercitata dal fatto che il Buffon assegnò grande importanza ai Gabinetti di storia naturale in relazione allo sviluppo delle scienze naturali, si vedano L.-J.-M. Daubenton, *Description du Cabinet du Roy*, nella *Histoire naturelle*, vol. 3 (1749) pp. 2 sgg.; "Encyclopédie", art.: Cabinets d'histoire naturelle; J. Saury, *Histoire naturelle du globe, ou géographie physique* (Parigi 1778) pp. 5 sgg.; J.-C. Valmont de Bomare, *Cabinets*, articolo nel "Dictionnaire raisonné universel d'histoire naturelle" (1764).

**6** (9) Si vedano le disorientate osservazioni del Lignac a questo passo.[2] Egli era incapace di cogliere la funzione assegnata ai Gabinetti di storia naturale da Buffon, per il quale essi rappresentano, di fronte allo studioso ai primi passi, il primo necessario contatto con la natura, e devono perciò suscitare in lui, nei limiti del possibile, le stesse genuine impressioni, e non quelle di una natura già viziata o addirittura stravolta dall'uomo. Per un Réaumur, per un Lignac, per un d'Argenville, i Gabinetti, ben lungi dall'assolvere la funzione di prima tappa nel lungo cammino che dovrà percorrere l'aspirante naturalista, rappresentano fondamentalmente l'ultimo, piú perfetto obiettivo di uno scienziato, che vi riunisce gli esseri della natura, ordinandoli secondo le acquisizioni e conclusioni piú perfette cui egli crede di essere arrivato in merito alla organizzazione della natura.

[1] L.-J.-M. DAUBENTON, *Description du Cabinet du Roy*, nella *Histoire naturelle*, vol. 3 (1749) pp. 2 sg.

[2] LIGNAC, *op. cit.*, vol. 1, pp. 146 sgg.

**7** (9) "Interessante" traduce il *piquant* del testo francese, senza tuttavia renderne completamente il senso. L'espressione aveva una tradizione, piuttosto recente, ma forse non meno significativa.

FONTENELLE: "Je ne m'amuserai point à dire que j'ai choisi dans toute la philosophie la matière la plus capable de *piquer* la curiosité." [1] [Non perderò tempo a dire che ho scelto la materia piú adatta di tutta la filosofia a *stuzzicare* la curiosità.] Il passo è citato dalla *Pluralità dei mondi* (1686), primo tentativo di volgarizzazione della filosofia scientifica: l'espressione "piquer la curiosité" indica il livello al quale Fontenelle ha trovato opportuno adeguare il suo tentativo per affrontare un determinato pubblico non iniziato alla scienza.

PLUCHE: "Laissant donc aux Savants le soin de former des Savants par des divisions exactes et par des Traités,... nous avons cru nous rendre plus utiles aux jeunes Lecteurs... en leur épargnant toutes les questions épineuses et en choisissant, dans les meilleures livres d'Histoire Naturelle, ce qui était propre a *piquer* leurs curiosité... L'utilité de cette précaution put même n'être pas bornée à la jeunesse." [2] [Lasciando dunque ai dotti la preoccupazione di formare altri dotti mediante esatte divisioni e trattati,... abbiamo creduto di renderci piú utili ai giovani lettori... risparmiando loro tutte le questioni spinose e scegliendo, nei migliori libri di storia naturale, ciò che era adatto a *stuzzicare* la loro curiosità... L'utilità di questa precauzione può non essere limitata alla sola gioventú.] Lo *Spettacolo della natura* è il trionfo della volgarizzazione scientifica che del *piquant* ha fatto l'arma del mestiere: ma la scienza si trova divisa, perché sottoposta alle diverse esigenze di un pubblico grosso e dei dotti.

In Buffon la funzione assegnata al *piquant* rivela un superamento di questa concezione sdoppiata della scienza: non si tratta piú di fare la scienza e poi di diffonderla, si tratta di preparare alla scienza perché ciascuno se l'appropri e la sviluppi secondo le sue capacità. Vi sarà un momento della preparazione in cui occorrerà risvegliare l'interesse e alimentarlo, specialmente se si preparano dei giovani, ed è ad esso solamente che appartiene il mezzo del "piquer la curiosité".

**9** (11)* "Metodo" ha qui un'accezione diversa da quella riferita al "metodo" proprio della conoscenza in generale, la cui definizione data

[1] B. DE FONTENELLE, *La pluralité des mondes* (Oxford 1953) p. 2.
[2] N.-A. PLUCHE, *Le spectacle de la nature* (Parigi 1736) vol. I, pp. V e XXI.

dall'Enciclopedia è la seguente: "Il metodo è l'ordine che si segue per trovare la verità e per insegnarla. Il metodo di trovare la verità si chiama analisi; quello di insegnarla sintesi." [1] Per metodo nelle scienze naturali si intende "la divisione metodica delle diverse produzioni della natura, animali, vegetali, minerali in classi, generi, specie." [2] È l'accezione cui ci riferiamo.

**9** (11)** Buffon ha riassunto qui brevemente i capisaldi della critica ai metodi che svolgerà nelle pagine seguenti, indicandone anche tutti i limiti; si vedano le note **16** (16)*, **24** (22), **43** (35).

**10** (12)* Per "analogia" nel diciottesimo secolo s'intese un nuovo tipo di ricerca, anzi un nuovo strumento della metodologia scientifica e filosofica, che avrebbe dovuto colmare l'insufficienza dello sperimentalismo: "Se l'esperienza è la base delle nostre conoscenze fisiche e morali, l'analogia ne è il primo strumento..." scriveva Buffon[3], e per Diderot il servizio piú grande da rendere a quanti venivano iniziati alla filosofia sperimentale era quello "di ispirar loro quello spirito di divinazione attraverso il quale si 'subodorano' procedimenti sconosciuti, esperienze nuove, risultati sconosciuti...", divinazione che si riduceva a essere "una certa facilità di supporre o di scorgere opposizioni o analogie, che trova la sua origine in una conoscenza pratica delle qualità fisiche degli esseri considerati uno per uno, o dei loro effetti reciproci quando essi vengano considerati in una combinazione".[4]

La scienza fisica auspicata nel Settecento dai *philosophes*, poiché affidava alla sola prova dei fatti la sua validità, non poteva pervenire a una determinazione dell'essenza dei corpi né delle cause ultime dei fenomeni, in sostituzione delle quali si atteneva a effetti piú generali di altri, che riduceva a leggi fisiche esprimibili matematicamente. Rifiutata la fecondità metafisica della deduzione matematica, alle matematiche i *philosophes* avevano lasciato la funzione di essere l'ultimo termine di riduzione, cioè di misura, dei fenomeni fisici, una funzione *ad usum intellecti*.

Limitato cosí il campo dell'evidenza razionale, che si trovava svuotata di qualsiasi incidenza sul piano dei rapporti fra fenomeni, occorreva trovare

[1] "Encyclopédie", art.: Méthode. [2] Ibid.

[3] Buffon, *Essai d'arithmétique morale*, nei *Suppléments à l'Histoire naturelle*, vol. 4 (1777) pp. 52 sg.

[4] Diderot, *Pensées* cit., vol. 2, p. 24.

uno strumento che permettesse di passare da un fatto particolare a un altro fatto particolare o a uno piú generale. Senza questo strumento lo sperimentalismo avrebbe potuto abdicare alla speranza di una ricostruzione anche approssimativa del fenomeno fisico e delle sue leggi. "Ecco — scriveva Condillac — tutti i mezzi in nostro possesso per acquistare conoscenze: o noi vediamo un fatto, o esso vi viene riferito, o abbiamo la certezza di ciò che passa in noi stessi attraverso ciò che sentiamo, o, infine, giudichiamo una cosa per analogia con un'altra." [1] È evidente come solo l'ultimo caso presenti quel rapporto di fatti che è alla base di una scienza del reale.[2] Erano due i rapporti che si potevano stabilire per analogia: un rapporto di somiglianze fra diversi effetti, che permetteva di estendere le conoscenze da un fatto particolare ad un altro fatto particolare, e un rapporto fra effetti eguali verificantisi ripetutamente nel tempo, che permetteva invece il passaggio da un effetto particolare a un effetto piú generale.[3]

Condillac, La Mettrie, d'Alembert, Maupertuis, nonché Diderot e Buffon, riconobbero nel metodo per analogia lo strumento per eccellenza della combinazione dei fatti: il sistema della gravitazione universale fu visto da questi seguaci di Newton come una costruzione perfettamente riuscita di analogie derivate le une dalle altre.[4] Ma l'analogia era nello stesso tempo uno strumento pericoloso, perché si muoveva nel campo delle congetture, e se, secondo Condillac, "lo spirito umano dimostra che le congetture si trovano spesso sul cammino della verità", non tutte le congetture hanno lo stesso grado di probabilità.[5] Il Clairaut, da buon matematico, rivolgendosi proprio al Buffon, faceva questa precisa messa a punto sul valore e l'uso dell'analogia: "Confesso di ritenere utilissime le analogie per scoprire certe verità in fisica e in matematica, perché esse portano a fare dei tentativi che, verificandosi o distruggendosi, possono parimenti condurre a cose nuove. Ma che si prenda per vero in tutti i casi possibili ciò che si è riconosciuto tale soltanto in qualche caso particolare, che ci si riposi su prove del genere, è proprio ciò che non mi sembra di poter concedere, a meno che non si voglia correre il pericolo di cadere nei piú gravi errori." [6]

[1] É. DE CONDILLAC, *Cours d'étude pour l'instruction du Prince de Parme*, in *Œuvres* (Parigi 1951) vol. I, p. 620.

[2] P.-J. MALOUIN, *Expériences qui découvrent de l'analogie entre l'étain et le zinc*, Mém. Acad. Sci. (1742) 76 sgg.

[3] BUFFON, *Essai d'arithmétique morale* cit., pp. 51 sgg.

[4] CONDILLAC, *op. cit.*, pp. 686 sgg.; "Encyclopédie", art.: Gravitation.

[5] BUFFON, *Essai d'arithmétique morale* cit., pp. 54 sgg.

[6] A.-C. CLAIRAUT, *Réponse aux réflexions de M. de Buffon sur la loi de l'attraction et sur les mouvements des apsides*, Mém. Acad. Sci. (1745) 538.

Perciò, una volta applicata a un gruppo di fatti, l'analogia doveva essere sottoposta alla sperimentazione. "L'analogia, nei casi piú complessi, non è che una regola del tre che si esegue sullo strumento sensibile...", cioè che deve sottoporsi a quella riprova dell'esperienza che Diderot chiamava "prova dell'inversione".[1] Se d'altronde la sperimentazione sola poteva convalidare l'analogia, la sua applicazione nell'àmbito di ipotesi interpretative o addirittura metafisiche, fu molto frequente presso i *philosophes* (tali furono l'*Uomo pianta* del La Mettrie, il *Sistema della natura* del Maupertuis il *Sogno di d'Alembert* del Diderot, il *Sistema delle mole organiche* di Buffon) ma rimaneva un orientamento o un programma di ricerca, limitato del resto a pochi; si veda la nota 4 (8). Un'analogia che al contrario venisse data per vera, indipendentemente dalla verifica della sperimentazione o dal presupposto dell'ipotesi interpretativa, era il tipo di analogia (per essa vedansi le due note seguenti) cui Buffon si riferiva qui e contro il quale obbiettava.[2]

**10** (12)** La presunta vegetazione dei minerali e la presunta circolazione della linfa vegetale furono fra i problemi della nascente biologia che maggiormente interessarono gli scienziati e i filosofi del Seicento e del Settecento. Come scrive il Vernière, "fu compito degli umili ricercatori dagli occhi miopi, nemici giurati delle idee generali, di scoprire, agli occhi estasiati dei filosofi, le meraviglie della natura e della vita".[3] La scoperta dei microscopi e il loro perfezionamento, le continue osservazioni e i ripetuti esperimenti, avevano effettivamente aperto verso la metà del Seicento mondi fino allora impensati e mettevano sempre piú in luce una vitalità spontanea, imprevista e feconda che sembrava appartenere al tutto. Leibniz ne avrebbe tratto ben precise conclusioni: "Secondo il mio sistema non vi sono parti di materia in cui non vi siano un'infinità di corpi organizzati e animati; fra i quali comprendo non soltanto gli animali e le piante, ma esseri di qualsiasi altro tipo che ci sono completamente sconosciuti."[4] La separazione fra l'animato e l'inanimato, fra l'organico e l'inorganico, era di fatto profondamente scossa e ci si poteva a ragione chiedere a quale

[1] DIDEROT, *Pensées* cit., vol. 2, p. 40.

[2] Per il diverso atteggiamento di Buffon di fronte all'applicazione legittima del principio di analogia, cfr. *Histoire naturelle*, vol. 1 (1749) art. 1; vol. 2 (1749) pp. 1 sgg.; vol. 4 (1753) pp. 10 sgg.; vol. 14 (1766) pp. 25 sgg.

[3] P. VERNIÈRE, *Spinoza et la pensée française au XVII^e et au XVIII^e siècle* (Parigi 1954) vol. 2, p. 530.

[4] G. W. LEIBNIZ, *Considérations sur les principes de vie et sur les natures plastiques par l'Auteur du système de l'armonie préétablie* (1705), in *Opera omnia* a cura di L. Dutens (Ginevra 1758) vol. 2, p. 39.

stadio della natura cominciava la vita:[1] "... l'animale e qualsiasi altra sostanza organizzata non comincia quando noi lo crediamo, e la sua apparente generazione non è che uno sviluppo e una specie di aumento...".

Ai piú abili sperimentatori gli esseri della natura si presentavano ambigui e dopo ripetute osservazioni incerta rimaneva la loro attribuzione a uno dei regni naturali.

Basta pensare alle perplessità che aveva destato la conchiglia[2] e alle peregrinazioni del corallo[3] prima di ottenere il suo posto definitivo in uno dei tre regni; si veda la nota 290 (217)*. Se il corallo aveva caratteristiche che lo potevano far assegnare al regno minerale e a quello vegetale, se la conchiglia che faceva parte di un animale sembrava accrescersi come un minerale, con le osservazioni del Trembley sulla rigenerazione dei polipi e delle idre[4] si aveva il fenomeno di un animale che ricresceva come una pianta: i confini fra i regni naturali si dovevano necessariamente assottigliare e gli eventuali passaggi dall'uno all'altro servivano a mettere in dubbio una loro effettiva e precisa separazione. Trovò quindi terreno fertile per rinverdire la vecchia teoria che i minerali vegetassero al pari delle piante, e poté attecchirne una nuova, cioè che l'organizzazione vegetale fosse pressoché simile a quella animale: fu facile allora credere di scoprire, dati i presupposti, che animali e piante fossero dotati di una circolazione interna, negli uni del sangue nelle altre della linfa.

La vegetazione dei minerali, dei fossili e delle pietre, aveva una vecchia tradizione che risaliva all'Agricola;[5] ma fu comunemente creduta per tutto il Cinquecento, tanto che il Palissy vi si oppose energicamente nel suo *Traité des pierres*. Sostenuta ancora nel Seicento da Étienne de Clave,[6] venne accettata da Ferrante Imperato, dal Borelli, dal Venette, dal Colonna, eccetera.[7] Ma nel Settecento non ebbe un minor numero di seguaci e

[1] G. W. Leibniz, *Système nouveau de la nature des substances*, in "Recueil de diverses pièces sur la philosophie, la religion naturelle, l'histoire, les mathématiques etc., par Mrs Leibniz, Clarke, Newton et autres auteurs celèbres" a cura di P. Des Maizeaux, 2ª ed. (Amsterdam 1740) p. 373.

[2] Hist. Acad. Sci. (1709) 17 sgg.

[3] Hist. Acad. Sci. (1710) 69 sgg.; ibid. (1727) 37 sgg.; Mém. Acad. Sci. (1727) 269 sgg.

[4] A. Trembley, *Mémoires pour servir à l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce* (Parigi 1744).

[5] G. Agricola, *De ortu et causis subterraneorum* (Basilea 1544); *De natura fossilium* (Basilea 1546).

[6] É. de Clave, *Paradoxes ou Traittez philosophiques des pierres et pierreries contre l'opinion vulgaire. Ausquels sont demonstrez la matière, la cause efficiente externe, la semence, la génération, la définition et la nutrition d'icelles* (Parigi 1635).

[7] A.-J. Dezallier d'Argenville, *L'histoire naturelle éclaircie dans deux de ses parties principales, la lithologie et la conchyliologie* (Parigi 1742) pp. 28, 86.

tutti di gran nome. All'inizio del secolo il "Journal des Savants" affermava che molti erano coloro che credevano alla vegetazione dei minerali.[1] Vi credettero infatti il Boerhaave, il Tournefort, il Marsigli, e nell'àmbito di due originali ipotesi la supposero il Maupertuis e il Robinet, nonostante il Bourguet — si veda la nota **193** (146) — avesse dimostrato come la formazione dei minerali e delle pietre avvenisse per accrescimento esterno.[2]

Riguardo alla linfa delle piante, nel 1667 Claude Perrault faceva una comunicazione all'Accademia delle Scienze sostenendo che la linfa circolava nelle piante come il sangue negli animali. "Proposition alors fort surprenant", scriveva nel 1709 lo storico dell'Accademia. Ma già due anni prima un medico di Amburgo, di nome Major, aveva cercato di dimostrare la circolazione della linfa, e nel 1668 la sostennero anche il Mariotte e il Malpighi. Tuttavia in seno all'Accademia si mantenne sempre lo scetticismo nei confronti di questa opinione. Nel 1709 il Magnol, in una memoria, confutava sperimentalmente la tesi del Perrault, accusandolo di essersi fondato, per sostenere la circolazione, solo su analogie che, per quanto belle e seducenti, non reggevano alla prova dei fatti.[3] Piú di vent'anni dopo lo Hales nella sua *Statica dei vegetali* dava il definitivo responso negativo, che egli aveva ottenuto dopo ripetute e inconfutabili esperienze.[4] Ma alla circolazione della linfa si continuò a credere nel Settecento anche da parte di illustri scienziati: "Benché non sia dimostrato che la circolazione dei succhi avvenga nelle piante proprio come negli animali..., è pur sempre indubitabile che una circolazione vi sia..." [5]; e ancora nel 1749 in un poemetto intitolato alla grandezza di Dio si poteva leggere:

> Par une incision dans sa tige insérée,
> Une branche étrangère, à l'arbre incorporée,
> A changé sa nature en s'unissant à lui.
> Ils forment un ensemble, et la sève aujourd'hui
> Par des canaux subtils, sans jamais être oisive,
> Circule dans le tronc, utilement captive,
> Et principe de vie, ardente à fermenter,
> L'anime, le féconde, et le fait végéter.
> O symbole du sang qui coule dans les veines,
> Suc nourricier, tout sent ta vive impression.
> Arbres, plantes, par toi tout est en action.[6]

[1] D. Mornet, *Les sciences de la nature en France au XVIII^e siècle* (Parigi 1911) p. 54.
[2] L. Bourguet, *Traité des pétrifications* (Parigi 1721) pp. 4 sg.
[3] Hist. Acad. Sci. (1709) 44 sg.
[4] S. Hales, *La statique des végétaux et l'analyse de l'air*, trad. di Buffon (Parigi 1735) p. 191 sg.
[5] R.-A. de Réaumur, *Observations sur la formation du corail*, Mém. Acad. Sci. (1727) 272.
[6] P.-A. Dulard, *La grandeur de Dieu dans les merveilles de la nature* (Marsiglia 1749) p. 50.

A far credere alla vegetazione dei minerali e alla circolazione della linfa erano bastate poche osservazioni piú che superficiali: invece di cercare una piú approfondita sperimentazione, esse si erano appoggiate al principio dell'uniformità ("La legge dell'uniformità è cosí inviolabilmente osservata dalla natura, da non esservi nulla che non si possa legittimamente supporre..." [1]) — si veda la nota seguente — dimostrata attraverso una concatenazione di analogie fra i tre regni naturali, che venivano apparentemente suffragate dalle piú inaspettate scoperte della nascente biologia. Da questo punto di vista la memoria inviata nel 1702 all'Accademia dal Tournefort, al ritorno dal suo viaggio nel Levante, è un documento eccezionalmente significativo per i rapporti di analogia che stabiliva fra i tre regni della natura, per i presupposti da cui moveva e le conseguenze cui arrivava: ad esso si rifacevano comunemente nel Settecento come ad autorità indiscussa in materia.[2]

10 (12)*** "La natura non può esser racchiusa nel cerchio stretto delle nostre idee..." [3]

In una delle sue pagine piú belle Buffon avrebbe piú tardi cosí descritto la differenza esistente fra le operazioni dell'uomo e quelle della natura:

"Paragoniamo le opere della natura a quelle dell'uomo; cerchiamo in qual modo l'una e l'altro agiscano, e se lo spirito per quanto attivo, per quanto vasto esso sia, possa avanzare alla pari della natura e seguirne il cammino, senza smarrire se stesso nell'immensità dello spazio e nelle tenebre del tempo o nel numero infinito delle combinazioni degli esseri. Rivolga l'uomo il suo spirito su di un qualsiasi oggetto; se vede giusto, prende la direzione diritta, percorre il minor spazio e impiega il minor tempo possibile per raggiungere il suo scopo; quante riflessioni e quante combinazioni gli occorrono per non prendere vie traverse, per evitare le strade sbagliate, i vicoli ciechi... Eppure può riuscirci; procedere diritto per la sua strada, senza scantonare, non è al di sopra delle forze di un buono spirito; questo è il modo in cui può avanzare piú sicuro; ma per arrivare a un punto non può far altro che seguire una linea, e se vuol raggiungere un altro punto, lo può fare solo seguendo un'altra linea; la trama delle sue idee è un filo sottile che si stende in lunghezza senza altre dimensioni.

[1] Hist. Acad. Sci. (1710) 26.

[2] J. DE TOURNEFORT, *Description du Labyrinthe de Candie - Avec quelques observations sur l'accroissement et sur la génération des pierres*, Mém. Acad. Sci. (1702) 224-241.

[3] *Histoire naturelle*, vol. 16 (1770) p. 397.

La natura, al contrario, non fa un solo passo che non sia in ogni senso; avanzando essa si estende ai lati e in alto; percorre e occupa insieme le tre dimensioni, e mentre l'uomo non raggiunge che un punto, essa arriva al solido, ne abbraccia il volume, e penetra la sua massa in tutte le sue parti."[1]

Questa differenza, che si trasformava in una vera e propria opposizione, si ripresentava inevitabilmente quando l'uomo si apprestava a conoscere la natura. Introducendo la teoria delle forme organiche, Buffon osservava che uno dei pregiudizi piú radicati nello spirito umano è quello di credere che si possa conoscere il composto, o ciò che si ritiene composto, solo riducendolo al semplice, e precisava che il semplice è per l'intelletto l'astrazione operata dalle nostre idee sulla realtà per portarla ai limiti delle nostre possibilità di comprensione;[2] nel momento in cui l'uomo si accinge a conoscere la natura, non fa che applicarvi la trama semplice e uniforme che caratterizza ogni suo atto, e ricercarvela: comprensibilità della natura diventa allora sinonimo di semplicità e uniformità della natura, ma di fatto non si tratta che di una maschera imposta al reale.

Buffon era arrivato a queste conclusioni dopo aver preso in esame due fra gli aspetti piú significativi della scienza a lui contemporanea: le classificazioni metodiche[3] e le cause finali, contro i quali è fondamentalmente orientato il passo cui ci riferiamo. Le prime sono l'oggetto occasionale e diretto di questa sua dura critica ai procedimenti conoscitivi della natura, ma per esse rimandiamo alla nota 16 (16)*, prendendo qui in considerazione la generale interpretazione della natura che si fonda sulla causa finale, senza dubbio altrettanto presente a Buffon. Dal punto di vista che egli prospettava, la via per arrivare alle cause finali era diretta, anche se ardita: bastava proiettare gli attributi della semplicità e della uniformità, già riflessi dall'intelletto umano, sulla natura, dalla natura a Dio e alle sue intenzioni nel momento in cui l'aveva creata, per poi proiettarli di nuovo da Dio sulla natura e sull'uomo. Scriveva l'abate Pluche:

"Tutto è legato, la terra intera è l'opera semplice di una stessa intelligenza e il bene dell'uomo ne è visibilmente il fine... Lasciamo ai grandi fisici la preoccupazione di cercare nelle leggi del movimento, e, nell'insieme dei corpi celesti, le ragioni di queste rivoluzioni cosí costanti...; di cento persone che faranno queste ricerche, non ve ne saranno due che converranno nella stessa conclusione. L'incertezza di questo lavoro è una ragione

[1] Ibid., vol. 14 (1766) pp. 22 sg. [2] Ibid., vol. 2 (1749) pp. 21 sgg.
[3] Ibid., vol. 7 (1758) pp. 19 sgg.

sufficiente per risparmiarcelo. Invece di voler spiegare quale sia il meccanismo che opera cosí costantemente, cerchiamo piuttosto a quale scopo questa bella opera sia stata fatta... Non dedichiamoci solo al piacere di ammirare le opere della mano degli uomini: in fin dei conti essi si limitano a mettere in opera gli strumenti e le forze che Dio ha loro preparato. Usciamo in esclamazioni vedendo un canale dove in verità c'è molta industria e molto ingegno: ma abbiamo torto a rimanere freddi e insensibili di fronte a quei lunghi e innumerevoli canali che la mano di Dio ha aperto da un lato all'altro della Terra; invece di considerare i fiumi e i mari come una irritante interruzione nelle regioni da noi abitate, riconosciamoli per ciò che essi sono, cioè come le grandi strade delle regioni che traversano, o come vetture pubbliche sempre pronte a partire e a portare il viaggiatore con i suoi piú pesanti fardelli dappertutto dove gli piaccia..." [1]

Da piú di un secolo le cause finali travagliavano i filosofi alla ricerca della "piú semplice" causalità delle leggi fisiche, mediante la quale alla spiegazione dei fenomeni dell'universo, che si limitava a concedere all'uomo il come delle cose, si veniva ad aggiungere una spiegazione di natura diversa che permetteva di coglierne il perché, prospettando le ragioni morali che avevano determinato la volontà di Dio a quella scelta piuttosto che a un'altra.[2] Estesa a tutto l'universo, questa armoniosa e piú semplice causalità assumeva l'aspetto di una splendida "uniformità", che riconduceva direttamente al disegno di una Intelligenza direttrice.[3]

Se questo era stato lo sviluppo delle cause finali nella fisica propriamente detta, nelle scienze naturali le vie seguite dal Creatore venivano riconosciute nell'uniformità di creazione degli esseri e nella semplicità di quelle leggi morali che rivelavano lo scopo ultimo per il quale essi erano stati creati.[4] Prima della pubblicazione dell'opera di Buffon, i trattati di storia naturale furono tutti strettamente imperniati sul motivo di una spiegazione teleologica; basta ricordare i tre piú importanti e piú diffusi: *L'existence*

[1] PLUCHE, *op. cit.*, vol. 3, pp. 63, 174, 188 sgg.

[2] Per le discussioni sulle cause finali nelle questioni di fisica, cfr. G. W. LEIBNIZ, *Unicum opticae catoptricae et dioptricae principium*, Acta Eruditorum, Lipsia (1682) 185 sgg.; J.-J. DORTOUS DE MAIRAN, *Suite des recherches physico-mathématiques sur la reflexion des corps*, Mém. Acad. Sci. (1723) 343 sgg.; P.-L. DE MAUPERTUIS, *Essai de cosmologie*, in *Œuvres* (4 voll., Lione 1768) vol. 1.

[3] I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1ª ed., Londra 1687) lib. 3, scolio generale [pp. 673 sgg. dell'edizione di Ginevra, 1742].

[4] Cfr. MAUPERTUIS, *Avant-propos* all'*Essai de cosmologie* cit., pp. XI-XXIV; N.-A. PLUCHE, *Histoire du ciel, considérée selon les idées des poètes, des philosophes, et de Moïse* (2 voll., Parigi 1739) vol. 2, pp. 257-61.

*de Dieu demontrée par les merveilles de la nature*, del Nieuwentijt (1727), il già citato *Spectacle de la nature* del Pluche (1736), e la *Théologie physique* del Derham (1726). Buffon, per la prima volta in seno alle scienze naturali, rivendicava quell'indipendenza dalle cause finali che già Cartesio, Fontenelle, Dortous de Mairan, Maupertuis, Eulero avevano rivendicato nella determinazione meccanica delle leggi fisiche. "Per ridurre il principio delle cause finali al suo giusto valore, occorre un solo attimo di riflessione; dire che c'è la luce perché abbiamo gli occhi, che vi sono suoni perché abbiamo orecchie, o dire che abbiamo orecchie e occhi perché c'è la luce e ci sono i suoni, non significa dire la stessa cosa, o che cosa altro si vuol dire? Si troverà mai niente attraverso questa via di spiegazione? Non ci si accorge che queste cause finali non sono altro che rapporti arbitrari e astrazioni morali che dovrebbero incutere meno rispetto ancora delle astrazioni metafisiche? La loro origine è meno nobile ed è frutto di una peggiore fantasia, e benché Leibniz le abbia sollevate al piú alto grado col nome di ragion sufficiente e Platone le abbia rappresentate in un'immagine adulatrice col nome di perfezione, tutto ciò non può nascondere ai nostri occhi quanto esse hanno di piccolo e di precario: non si conosce meglio la natura e i suoi effetti quando si sa che niente avviene senza una ragione sufficiente, o che tutto avviene in vista della perfezione? Che cosa sono la ragione sufficiente e la perfezione? Non esseri morali creati attraverso punti di vista puramente umani? Non sono rapporti arbitrari che abbiamo generalizzato? Su che cosa sono fondati? Sono convenienze morali, che ben lungi dal poter produrre niente di reale in fisica, non fanno che alterare la realtà e confondere gli oggetti delle nostre sensazioni, delle nostre percezioni e delle nostre conoscenze con quelle dei notri sentimenti, delle nostre passioni e delle nostre volontà." [1] Si veda anche la nota **16** (16)*.

**12** (13)* Questa riduzione della conoscenza alla misura dell'intelletto umano portava Buffon a concludere che l'uomo, se non voleva violare la natura, doveva limitarsi a constatare ciò che essa gli presentava: solo cosí la conoscenza rimaneva nella sfera della competenza umana. Di fatto, dietro questo ridimensionamento della conoscenza naturale all'intelletto dell'uomo, Buffon intendeva celare una natura finalmente restituita a se stessa, perché liberata da obblighi morali estrinseci e affidata solo alle intrinseche leggi meccaniche, di fronte alle quali non restava all'uomo

[1] *Histoire naturelle*, vol. 2 (1749) pp. 78 sg.

altro se non riconoscere che "tutto ciò che può essere, è".[1] Da questo punto di vista Buffon avrebbe riproposto la presenza di una unità di piano nelle opere della natura [2] che, ben lungi dal ricalcare una posizione teleologica, si riferiva a una natura creatrice sviluppatasi *ab origine* da un dato di fatto iniziale: in essa il meccanicismo materialistico, già affermatosi in fisica, si stendeva, sotto forma di trasformismo immanentistico, alla biologia.

**12** (13)** Questa riduzione dell'uomo ad animale tra gli animali è una delle tendenze piú caratteristiche del diciottesimo secolo.[3] Essa trova la sua prima origine nel meccanicismo del corpo animale e nei suoi sviluppi, che nel Settecento sfociarono, attraverso la tradizione lockiana, nelle ricerche sull'origine delle sensazioni e, attraverso la tradizione leibniziana, nel concetto di organismo quale centro di sviluppo degli esseri viventi, le cui differenze venivano ridotte ad una semplice scala di gradazioni. Rimandiamo per una completa trattazione della questione, con i piú ampi riferimenti al Buffon, all'ultima parte del saggio di A. Vartanian, *Descartes and Diderot - A Study of Scientific Naturalism in the Enlightenment* (Princeton, N. J., 1953) pp. 203 sgg.

**13** (14) La catena degli esseri fu una delle idee piú diffuse nel diciottesimo secolo.[4] Il Flourens la metteva in risalto in Buffon dandole una derivazione leibniziana riaffermatasi piú tardi in Charles Bonnet,[5] derivazione accettata fedelmente dalla posteriore storiografia critica sul Buffon. Stabilire tuttavia una cosí diretta dipendenza di Buffon da Leibniz, a proposito dell'idea di una scala degli esseri naturali, può risultare un giudizio almeno in parte azzardato, data la grande voga, nell'epoca, di questa concezione. Se non si può negare a Leibniz di avere diffuso nelle sue piú larghe linee il concetto di continuità naturale, troviamo opportuno ricordare come esso si trovi comunemente nei pensatori inglesi della fine del

[1] Per un'esauriente comprensione di questa posizione di Buffon, cfr. *Histoire naturelle*, vol. 4 (1753) pp. 102-04.

[2] Ibid., vol. 4, pp. 379 sgg.; vol. 14 (1766) pp. 25 sgg. Cfr. inoltre sul concetto di unità di piano J.-L. Lanessan, *Introduction* in Buffon, *Œuvres complètes* (Parigi 1884) pp. 432 sg.; P. Flourens, *De l'unité de composition et du débat entre Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire* (Parigi 1865) p. 167; a quest'opera in generale rimandiamo per un'analisi, molto parziale del resto, degli sviluppi del concetto di unità di piano da Buffon a É. Geoffroy Saint-Hilaire, a Darwin.

[3] H. Taine, *Les origines de la France contemporaine - L'Ancien Régime*, 6ª ed. (Parigi 1891) p. 229; A. Lovejoy, *The Great Chain of Being* (Cambridge, Mass., 1948) p. 200.

[4] Lovejoy, *op. cit.* Cfr. anche D. Diderot, *Cosmologie*, art. nell' "Encyclopédie".

[5] P. Flourens, *Buffon - Histoire de ses travaux et de ses idées*, 2ª ed. (Parigi 1850) pp. 35 sgg.

Seicento e della prima metà del Settecento, e come lo stesso Locke (al quale per esempio il Malesherbes accostava Buffon [1]) ne avesse trattato; cosicché la derivazione in Leibniz sarebbe stata di seconda mano.

La questione merita un ben piú approfondito esame, che non porti a una troppo rapida conclusione, specialmente dopo la pubblicazione cosí ricca di materiali del Lovejoy. Per dare un'idea chiara di che cosa intendesse Buffon per catena degli esseri, riportiamo parte di un passo della *Storia naturale*: "Solo con un colpo d'occhio sicuro ai punti estremi potremo giudicare le cose che stanno in mezzo. La natura in tutta la sua estensione ci presenta un immenso quadro, nel quale ciascun ordine di esseri è rappresentato da una catena che regge una serie continua di oggetti abbastanza vicini, abbastanza simili perché le loro differenze siano difficili a cogliersi; questa catena non è un semplice filo che si estenda solo in lunghezza, ma una larga trama o una fascia che, di intervallo in intervallo, getta lateralmente dei rami per riunirsi con i fasci di un altro ordine; soprattutto ai punti estremi essi si piegano e si ramificano per allacciarne altri. Abbiamo visto, nell'ordine dei quadrupedi, una delle estremità della catena sollevarsi verso l'ordine degli uccelli, con le rossette e con i pipistrelli, che, come essi, hanno la facoltà di volare. Abbiamo visto questa stessa catena abbassarsi, all'altra estremità, fino all'ordine dei cetacei, attraverso le foche, i trichechi, i lamantini. Abbiamo visto, al suo centro, un ramo estendersi dalle scimmie all'uomo, attraverso la bertuccia, il gibbone, il piteco e l'orangutango. L'abbiamo vista gettare in un altro punto una doppia e tripla ramificazione verso i rettili attraverso i formichieri e i pangolini, la cui forma si avvicina a quella dei coccodrilli, degli iguana, delle lucertole; e dall'altra verso i crostacei attraverso gli armadilli, il cui corpo è interamente rivestito da una corazza ossea..." [2] Si veda la nota **16** (16)*.

**15** (15) Dal capoverso "Approfondendo quest'idea, si vede..." Buffon ha sferrato il suo violentissimo attacco contro i metodi. Abbiamo già visto che cosa significhi "metodo" nel linguaggio delle scienze naturali, si veda la nota 9 (11)*. Ad esso sono collegati termini quali "classe", "ordine", "specie", "carattere", tutti formanti l'apparato delle divisioni proprie alla classificazione metodica. Queste divisioni, caratteristiche delle scienze naturali, erano sconosciute agli antichi, che si erano limitati a riunire gli individui, per esempio del regno vegetale, secondo le loro

[1] Malesherbes, *op. cit.*, vol. 1, pp. 31 sg.
[2] *Histoire naturelle*, vol. 16 (1770) pp. 394 sgg.

maggiori affinità, in capitoli separati dei loro libri, e che non erano andati oltre piú o meno inesatti raggruppamenti per specie. Lo sviluppo che la botanica prese nel Cinquecento, il numero sempre crescente di piante che sottopose all'attenzione degli scienziati, determinarono il sorgere di aggruppamenti generali nei quali disporre un certo numero di piante con particolari tratti di somiglianza. "... l'immensa quantità di piante cominciò a pesare sui botanici — scriveva l'Adanson nella sua prefazione storica e teorica alle *Familles des plantes*, nella seconda metà del Settecento. — Quale memoria poteva bastare a tanti nomi? I botanici immaginarono perciò, per alleggerire questa scienza, i metodi... I metodi erano suddivisi in classi, le classi in generi, i generi in specie..." I metodi erano "sistemazioni qualsiasi di oggetti o di fatti (nella fattispecie di piante) messi insieme per qualche conformità o somiglianza, enunciate attraverso una nozione generale, applicabile a tutti questi oggetti", nella fattispecie a tutte le piante. Le classi erano "riunioni di piú generi convenienti fra di loro per una sola e uguale nota caratteristica", i generi "insieme di piú specie convenienti fra di loro per una o piú note caratteristiche", le specie "insieme di piú individui mostranti una perfetta somiglianza in molte delle loro parti essenziali", il carattere, come risulta dalle precedenti definizioni, "una nota semplice o composta attraverso la quale piú piante vengono aggruppate".[1]

È facile determinare le ragioni per le quali fu la botanica e non la zoologia a servire di base a questa divisione degli oggetti che la riguardavano: ciò si spiega con il grande e ininterrotto sviluppo che la botanica ebbe dal Cinquecento in poi, con la relativa semplicità che essa presentava, con la facile reperibilità delle piante in qualsiasi luogo, con la loro osservabilità in qualsiasi stagione dell'anno, quindi in qualsiasi grado del loro sviluppo, con la possibilità che esse offrivano di venire riunite in gruppi anche attraverso i caratteri esterni che presentavano, mentre la zoologia solo con l'affermarsi dell'istologia, dell'embriologia, e dell'anatomia interna avrebbe potuto pervenire a primi approssimativi raggruppamenti che presentassero una certa validità.[2] Buffon, attaccando le classificazioni, poteva perciò

[1] Tutti i passi fra virgolette sono stati citati da M. ADANSON, *Familles des plantes* (Parigi 1763) pp. XCV, CIII, CIV, CVIII, CXVII. Cfr. anche "Encyclopédie méthodique", sez. "Botanique" (1783) vol. 1 (Discours préliminaire, art.: Botanique), vol. 2 (art.: Classe), vol. 3 (art.: Genre, Espèce), vol. 4 (art.: Méthode).

[2] É. GUYÉNOT, *Les sciences de la vie aux XVII^e et XVIII^e siècle - L'idée d'évolution* (Parigi 1941) p. 8; H. DAUDIN, *Les méthodes de la classification et l'idée de série en botanique et en zoologie de Linné à Lamarck (1740-1790)* (Parigi 1926) pp. 48 sgg. Per un ampio ragguaglio sull'argomento e sulla storia della botanica in genere cfr. J. SACHS, *Geschichte der Botanik* (Monaco 1875).

riferirsi soltanto alla botanica, che era già in grado di offrirgli un vasto campo di discussioni in materia. Ma ecco la ragione che Buffon stesso dava del diverso sviluppo dei metodi in botanica e in zoologia: "... ci si è maggiormente applicati [ai metodi in botanica] che non in zoologia, perché gli animali hanno fra di loro differenze ben piú sensibili che non le piante, sono piú facili a riconoscersi e a distinguersi, piú facili a denominarsi e a descriversi",[1] giudizio che sarebbe risultato totalmente infondato.

**16** (16)* Per riuscire a inquadrare esattamente la critica che Buffon rivolgeva alle classificazioni metodiche, è necessario fare alcune precisazioni e dare alcuni schematici riferimenti.

Il quadro di suddivisione metodica in classi, generi e specie (si veda la nota precedente) fu acquisito lentamente: il genere nacque nelle menti dei botanici intorno alla metà del Cinquecento [2] e la classe alla fine del Seicento, quando venne inserita dal Tournefort nei metodi, quale ultimo raggruppamento dei vegetali; la specie solo col Ray ebbe la prima esatta definizione.[3] Il problema che fin dall'inizio i botanici si erano posti era stato quello di una nomenclatura dei vegetali che fosse soprattutto chiara e concisa e che permettesse di distinguere facilmente le piante contrassegnate dai nomi. Per ottenerla essi pensarono di riferire questi ultimi, quali segni distintivi, a un certo numero di caratteri che essi giudicarono normalmente ricorrenti in gruppi di piante; fu da questi gruppi, che il Tournefort amava definire *bouquets*, e dai rapporti che vennero stabiliti fra di loro, che nacquero le distinzioni in generi, classi eccetera, e che si ebbe il passaggio da una pura e semplice nomenclatura a una vera e propria distribuzione metodica dei vegetali.[4] Il problema di una corrispondenza naturale delle divisioni e dei raggruppamenti operati dai metodi, il problema cioè dell'esistenza o no in natura delle classi, dei generi e delle specie, non preoccupò, fino ai primi decenni del Settecento, i botanici, che riconobbero alla tradizionale classificazione un valore puramente artificiale. Ma nel corso della prima metà del Settecento si verificò un mutamento, già acquisito quando Buffon scriveva questo Discorso e che egli perciò dava già per scontato, cioè il passaggio dal metodo artificiale a

[1] *Histoire naturelle*, vol. 2 (1749) p. 10.
[2] J. DE TOURNEFORT, *Institutiones rei herbariae*, 3ª ed. (Parigi 1719) p. 118.
[3] GUYÉNOT, *op. cit.*, pp. 359 sg.
[4] Abbiamo brevemente riassunto l'esposizione di J. DE TOURNEFORT, *Éléments de botanique* (Parigi 1797) pp. 40 sgg.

quello naturale. Le due seguenti spiegazioni di che cosa si intendesse per metodo o sistema di botanica, citate da due estratti dell'Accademia delle Scienze di Parigi, uno del 1700 e l'altro del 1747, stanno a indicare questa trasformazione e fissano, approssimativamente, anche i termini cronologici della loro affermazione negli ambienti scientifici francesi:

"... in tutto quello che abbiamo detto — scriveva il Fontenelle all'inizio del secolo, riferendosi all'opera del Tournefort — non si fa questione di imitare o di seguire la natura, che non sembra essersi preoccupata di un sistema, ma si fa questione di stabilire soltanto un ordine arbitrario che faciliti la conoscenza delle piante; non è perciò compito del ragionamento provare la bontà di un metodo, se non in relazione alla sua comodità, alla sua chiarezza e forse ad un certo piacere che vi si potrà provare..." [1]

Nel 1747 il Fouchy, nuovo storico dell'Accademia, riproponeva, per la prima volta, nelle relazioni di botanica dell'Accademia, dopo la definizione che ne aveva data il Fontenelle, una delucidazione sull'interpretazione da dare ai termini "metodo o sistema" in botanica: "Per comprendere meglio il vantaggio che può risultare da quest'opera [si tratta dell'ultimo lavoro pubblicato dal botanico Guettard] non sarà forse inutile dare qui un'idea di ciò che viene chiamato sistema di botanica. La varietà delle piante disseminate in tutta la Terra sembra al primo colpo d'occhio infinita; è tuttavia necessario, se vogliamo metterci in condizione di comprenderci reciprocamente, distinguerle mediante nomi e caratteri che siano loro propri, e formarne classi nelle quali si dispongano tutte quelle che sono simili sotto certi aspetti, e suddivisioni di queste classi che comprendano tutte quelle che si riuniscono sotto caratteri meno generali. Questi caratteri non devono essere assolutamente arbitrari; se vogliamo che la natura si assoggetti in qualche modo all'ordine da noi stabilito, quest'ordine deve essere attinto alla natura stessa; è compito dei botanici decifrare questi caratteri e indovinare il piú importante." [2]

In relazione all'attacco sferrato da Buffon contro le classificazioni dobbiamo osservare:

1. Buffon non avrebbe accennato nemmeno di sfuggita, né in questo Discorso né in tutta la sua polemica contro i metodi, a questa distinzione fra metodo artificiale e naturale, dando per scontato che ogni classificazione tentasse di presentarsi come una distribuzione, secondo natura, dei

[1] B. DE FONTENELLE, *Diverses observations botaniques*, Hist. Acad. Sci. (1700) 73.
[2] G. DE FOUCHY, *Sur les glandes*, ibid. (1747) 80.

vegetali (o degli animali). Egli si limitava a prendere in considerazione ciò che gli si presentava come il vagheggiato futuro programma della sistematica classificatoria, cioè l'adeguamento della distribuzione metodica alla natura, o, come egli lo considerava, la forzata riduzione della natura alla distribuzione metodica, e a stigmatizzarne la genesi e la realizzazione, nella quale era di fatto impossibile vedere una soluzione di continuità fra metodi artificiali e naturali, derivando questi secondi direttamente dai primi. Accadeva perciò che egli si riferisse a metodi dichiaratamente artificiali, come se fossero stati dati e considerati naturali, cosa che si verifica anche nel passo al quale ci riferiamo.

2. Buffon trascurò completamente il fatto che i botanici presentassero i metodi naturali come determinabili, a differenza di quelli artificiali, attraverso una vasta gamma di caratteri mediante cui fosse possibile ottenere l'adeguamento della distribuzione metodica alla realtà degli esseri naturali: Linneo non avrebbe trovato il carattere naturale dei generi in una sola delle parti della fruttificazione, ma in tutte; il van Royen, nel suo *Methodi naturalis praeludium*, avrebbe dato un sistema fondato su tutte le parti della fruttificazione e sulle foglie; si sarebbe parlato anche di metodo naturale formato dall'insieme delle somiglianze di tutte le parti delle piante. Ma ciò che rimaneva, ed era ciò che Buffon intendeva mettere a fuoco e bandire, era il raggruppamento caratterizzato, qualunque fosse il numero dei caratteri impiegati, cioè la divisione della natura in gruppi distinti e staccati, che egli simbolizzava in quell'unico carattere, su cui tanto insisteva, improntato di fatto dai metodi artificiali. L'estensione a piú caratteri sarebbe potuta apparire a Buffon un superamento degli aspetti negativi dei metodi (lo si potrà vedere — si veda la nota **18** (18)* — nel giudizio che darà del Tournefort nei confronti di Linneo), ma essa doveva allora riferirsi a una descrizione completa della pianta, che esulasse da qualsiasi intento classificatorio.

Per avere una chiara e riassuntiva prospettiva del pensiero di Buffon in merito alle classificazioni rimandiamo all'articolo del Daubenton *Botanique*, nell'Enciclopedia.

**16** (16)** Questa suddivisione classificatoria risale a Teofrasto.

**17** (17) Conrad von Gesner, medico e naturalista di Zurigo (1516-65), celebre soprattutto per i suoi studi di botanica e di zoologia. La sua opera piú nota è la *Historia animalium* (4 voll., 1551-87).

18 (17) Il Malesherbes volle vedere in questo passo la prova tangibile dell'incompetenza di Buffon in botanica: "Buffon ha torto a dire che Gesner ha immaginato, e che la sua idea è stata giudicata vera fino a un certo punto, perché non è né un'idea né un'immaginazione; è una scoperta ottenuta dalla lunga esperienza di un uomo e confermata dall'esperienza unanime... di quanti hanno acquistato in botanica una certa reputazione. Egli sbaglia anche nell'affermare che quest'idea è stata trovata solo in parte vera... Sarà sufficiente accumulare l'autorità dei piú grandi e dei piú rispettati nomi in botanica...? Ma le opinioni di tante persone celebri incorreranno nel disprezzo per quest'unanime testimonianza, proprio nel punto che maggiormente loro interessa, perché ne hanno fatto la base dei loro lavori; ... per quanti talenti egli [Buffon] abbia, non è mai stato considerato un botanico poiché ha sempre affettato e ancora affetta, in quest'opera, l'indifferenza piú spinta per questa scienza. Mi rendo conto che non potrò mai dipingere agli occhi di coloro che non sono naturalisti quanto sia strano che qualcuno che si picca di esserlo dica: 'mi sembra che sia stato Gesner'. Vi prego soltanto di osservare che la botanica è un terzo della storia naturale relativamente al suo oggetto, e piú della metà per la quantità dei lavori che la riguardano. Tutta la botanica moderna è fondata sulla scoperta di Gesner. Che cosa si direbbe di un uomo, che dicesse: 'A quel tempo apparve una tragicommedia intitolata il *Cid*, che era, credo, di Pierre Corneille'?" [1] Dando al passo quest'interpretazione, il Malesherbes forzava il tono che Buffon aveva voluto mantenere di proposito superficiale, in tutta la parte del Discorso che attaccava metodi, allo scopo di svalutarne le pretese sistematiche sulla natura. Buffon poteva in ogni modo avere attinto questo riferimento al Gesner alla *Isagoge* del Tournefort, che aveva dato per la prima volta un breve *excursus* storico sulle origini e lo sviluppo della botanica: "Conrad Gesner, di Zurigo, — si leggeva nella *Isagoge*, — uomo tutto dedito al bene pubblico, inventore di tutta la storia naturale, per primo percorse la vera via da seguire per la conoscenza delle piante attraverso i generi..., i cui fondamenti poneva soprattutto nel fiore e nel frutto delle piante. In questi infatti, piú che nelle foglie — egli scriveva a Theodor Zuinger — si rivelano la natura e le parentele delle stirpi..." [2]

[1] MALESHERBES, *op. cit.*, vol. I pp. 48-50.
[2] TOURNEFORT, *Institutiones rei herbariae* cit., pp. 51-53.

18 (18)* La distribuzione metodica per generi fondata sulle parti della fruttificazione, cioè sul fiore e sul frutto, della quale aveva parlato per primo Gesner (si veda la nota precedente), fu accettata da molti botanici, a partire dal Cesalpino, fin dal Cinquecento. L'adottarono, per fare i nomi piú noti, il Morison, il Ray, il Magnol, l'Hermann, il Tournefort, il Boerhaave, il Pontedera, il Linneo. In Francia fu il Tournefort a dare una prima esposizione di princípi che ne stabilivano una generale applicazione, e indicavano nelle parti della fruttificazione i caratteri da preferire per la classificazione generica: i suoi *Éléments de botanique*, pubblicati nel 1694, e la traduzione latina ampliata che egli ne dette quattro anni dopo col titolo di *Institutiones rei herbariae*, presentati nel 1700 dal Fontenelle nella "Histoire de l'Académie",[1] avevano segnato l'avvento ufficiale, nella scienza allora dominante in Francia, delle classificazioni: da quel momento il Tournefort assunse presso i botanici francesi una posizione di assoluto e incontrastato dominio e di superiorità di fronte a tutti gli altri classificatori. "Egli permise — scriveva il Fontenelle nell'elogio che avrebbe pronunciato alla Accademia per la sua morte — di mettere ordine nello straordinario numero di piante disseminate alla rinfusa sulla terra e anche sotto le acque del mare, e di distribuirle nei diversi generi e nelle diverse specie che ne facilitano la conoscenza e impediscono alla memoria dei botanici di crollare sotto il peso di una infinità di nomi."[2] Scolari e seguaci del Tournefort furono, in linea di massima, tutti i botanici dell'Accademia fino all'affermazione del Linneo, dal Vaillant al Nissole, al Marchant, al Dodart, al Jussieu. Ma anche in pieno regime linneiano si mantenne verso i suoi princípi e verso i suoi meriti di scienziato una tradizione di fedeltà che ritroviamo in forma molto accentuata nell'Adanson e nel Lamarck[3] e nell'obiettivo giudizio che ne dava lo stesso Antoine de Jussieu. Si è arrivati perfino a sostenere — seppure erroneamente, si veda la nota 19 (18)** — che per tutto il Settecento la sua scuola non fu soppiantata.[4] A questa tradizione di fedeltà Buffon non venne meno, anzi, di fronte all'astro sorgente di Linneo, rafforzò, in questo Discorso, le posizioni già critiche del Tournefort, al quale riconosceva soprattutto, come accennerà qualche riga piú avanti, il merito di non aver forzato i limiti della classificazione

[1] FONTENELLE, *Diverses observations botaniques* cit., pp. 70 sg.
[2] B. DE FONTENELLE, *Éloge de Tournefort*, Hist. Acad. Sci. (1708), 147 sg.
[3] ADANSON, *op. cit.*, pp. XXXVIII sgg.; J.-B. DE LAMARCK, *Flore française, ou description succinte de toutes les plantes qui croissent naturellement en France* (3 voll., Parigi 1778) vol. I, Discours préliminaire.
[4] C. SINGER, *Histoire de la biologie*, trad. franc. (Parigi 1934) p. 190.

entro schemi prefissi, contrariamente allo scienziato svedese; si veda la nota **19** (18)*. Il Tournefort, infatti, pur avendo scelto, fra le diverse parti delle piante, il frutto e il fiore per la determinazione dei generi, non escludeva la possibilità di eccezioni, cioè di piante che non potessero venire ordinate sotto tale carattere, e quindi estendeva le caratterizzazione per la classificazione generica a qualsiasi parte vegetale.[1] Agli occhi di Buffon questa estensione non poteva assumere certamente il valore di un riscatto dei metodi, perché permaneva la classificazione determinata da caratteri particolari e scelti ad esclusione di altri — da questo punto di vista il Tournefort era un classificatore qualsiasi, da mettere accanto allo stesso Linneo, si veda la nota **16** (16)* — essa veniva però ad acquistare valore di fronte alla rigidezza che contraddistingueva altri sistemi e poteva rappresentare il primo passo per il loro superamento, verso quella libera descrizione di ogni parte della pianta (o dell'animale) che avrebbe sostenuta Buffon — si veda la nota **22** (20), — descrizione alla quale Tournefort indulse con facilità, dedicandole molta parte della sua attività di scienziato.

**18** (18)** Ritroviamo, in questo attacco a Linneo, gli stessi termini con i quali già nel 1744, in una dissertazione letta di fronte all'Accademia, Buffon lo aveva assalito definendo il suo sistema mostruoso piú di tutti gli altri; si veda la nota **1** (5). L'artificiosità dei raggruppamenti di Linneo fu comunemente riconosciuta, benché il suo sistema sessuale, a rimorchio della sua validissima nomenclatura, sia stato a lungo adottato.[2]

**19** (18)* L'attacco di Buffon contro i metodi aveva in Linneo il suo diretto avversario. Il suo giudizio su di lui fu sempre decisamente negativo: "Non ho certamente grande fiducia in Linneo, che mi sembra un uomo piú erudito che di larghe vedute", aveva scritto al Jalabert già nel 1745.

Nel 1735 lo scienziato svedese aveva pubblicato per la prima volta quel *Systema naturae* che nel giro di trent'anni avrebbe avuto dodici edizioni sempre piú arricchite e ampliate.[3] La prima edizione era stata presentata

[1] Tournefort, *Éléments de botanique* cit., pp. 73-81.

[2] Cfr. A.-L. de Jussieu, *Genera plantarum, secundum ordines naturales disposita, juxta methodum in Horto regio parisiensi exaratam anno* mdcclxxiv (Parigi 1779) p. xxxiii; Lamarck, *Flore française* cit., p. xli; G. Cuvier, *Histoire des sciences naturelles depuis leur origine jusqu'à nos jours*, (5 voll., Parigi 1831-45) vol. 4, p. 153.

[3] Prima edizione: *Systema naturae* (Leida 1735), 12 pp. *in folio*. Tredicesima edizione: *Systema naturae per regna tria naturae secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis* (Vienna 1767), 2 voll., 1527 pp. Citiamo la tredicesima edizione, che è una semplice ristampa della dodicesima (ultima edizione "riformata" pubblicata a Stoccolma l'anno precedente), perché è la piú diffusa.

in tre pagine *in folio*: si trattava dell'abbozzo di quello che sarebbe diventato il grandioso sistema di classificazione e di nomenclatura linneiana. Negli anni immediatamente seguenti Linneo aveva continuato a pubblicare le opere fondamentali della sua attività di classificatore: nel '36 i *Fundamenta botanica*, nel '37 i *Genera plantarum*, nel '38 le *Classes plantarum*. Nel '43 i *Genera plantarum* venivano pubblicati in seconda edizione a Parigi presso David, dove l'anno seguente usciva anche la quarta edizione del *Systema naturae*.[1] Buffon doveva perciò avere avuto entrambi i libri facilmente sottomano nell'anno stesso in cui aveva letto la sua prima dissertazione contro i metodi; si veda la nota 1 (5). Riprendendo il principio di una fondazione della classificazione botanica sui caratteri della fruttificazione, Linneo aveva fissato la sua attenzione sugli stami, che fino ad allora erano rimasti la parte piú trascurata e, primo fra i botanici, aveva dato un metodo o un sistema, cosiddetto sessuale, benché non fosse il primo ad averne avuto l'idea e ad averne valutato le possibilità.[2] La sua classificazione fu improntata ai criteri piú rigidi, tanto da farlo considerare un indefettibile dogmatico: infatti, a differenza del Tournefort e di quasi tutti gli altri botanici che l'avevano preceduto, egli limitava, senza eccezione alcuna, agli stami e alle parti della fruttificazione le divisioni primarie del suo sistema, fissando negli stami il carattere distintivo delle classi, nel numero e nella posizione dei pistilli quello degli ordini, in tutte le parti della fruttificazione quello dei generi, e in tutte le altre parti della pianta, a eccezione di quelle della fruttificazione, il carattere della specie. È stato piú volte sostenuto che Linneo attribuisse a questi metodi un carattere puramente artificiale, da lui contrapposto a un metodo naturale di cui egli, fin dal '38, aveva dato dei frammenti[3] e che fondava sui due seguenti postulati: "Natura non facit saltus" e "Plantae omnes utrinque affinitatem monstrant, uti territorium in mappa geographica".[4]

Senza affrontare tutte le difficoltà che presenta il problema, e che sarebbero venute via via alla luce nella seconda metà del Settecento e nei primi

[1] C. LINNEO, *Genera plantarum eorumque characteres naturales, secundum numerum, figuram, situm et proportionem omnium fructificationis partium*, 2ª ed. (Parigi 1743); *Systema naturae in quo proponuntur naturae regna tria secundum classes, ordines, genera et species*, 4ª ed. (Parigi 1744), 108 pp.

[2] ADANSON, *op. cit.*, p. XLI; G. CUVIER, *Linné*, in "Biographie universelle" di J.-F. Michaud, vol. 24.

[3] C. LINNEO, *Classes plantarum, seu systemata plantarum omnia a fructificatione desumpta* (Leida 1738), Fragmenta methodi naturalis.

[4] C. LINNEO, *Philosophia botanica in qua explicantur fundamenta botanica, cum definitionibus partium, exemplis terminorum, observationibus variorum*, 4ª ed. (Colonia 1787) p. 27.

decenni dell'Ottocento,[1] ci limiteremo ad accennare i motivi per i quali l'attacco di Buffon ai classificatori aveva a giusta ragione centrato la sua mira nella figura del Linneo, nei princípi del quale Buffon vedeva un vero e proprio sovvertimento della natura.

Innanzitutto, pur avendo impostato le linee di un metodo naturale fondato sulla completa osservazione della natura e sulle infinite affinità che gli esseri potevano presentare fra di loro, Linneo continuò sempre a contrapporgli l'importanza del sistema e dei princípi metodici, perché "Filum ariadneum botanices est systema sine quo chaos est res herbaria".[2] In secondo luogo nel sistema, che si manteneva nelle sue linee generali artificiale, cioè che si manteneva tale nei confronti di tutti i rapporti che la natura poteva presentare, egli inseriva delle fondamentali e ben precise caratteristiche naturali, sia nella gerarchia delle divisioni classificatorie, sia nei caratteri che venivano applicati per la determinazione di queste gerarchie: venendo cosí ad affermare l'esistenza in natura non solo delle specie, ma anche dei generi, e quindi la loro fissità dalla creazione (" 'Omnia genera et species naturales sunt ', confirmant revelata, inventa, observata. Genus omne est naturale, in primordio tale creatum hinc pro lubito, et secundum cujusque theoriam non protervere discindendum aut conglutinandum" [3]), e a giudicare naturali i caratteri tratti da tutte le parti della fruttificazione mediante i quali determinava i generi: "Ego primus hos characteres composui, genera mea promunt characteres naturales. Naturales itaque hic trado characteres qui notas omnes in fructificationes obvias et communes exhibent; tales ante me quantum novi dedit nullus. Applicabilis est ejusmodi character methodis omnibus datis et dandis si modo indestructibili fundamento fructificationis superstructum sit systema."[4] Il Cuvier avrebbe piú tardi scritto: "Linneo fu portato a distinguere con precisione i metodi artificiali dal metodo naturale. Fino ad allora questa divisione non era stata fatta chiaramente: non ci si rendeva conto della differenza dei metodi di classificazione."[5] Ma sarebbe assai piú esatto dire che per primo parlò di metodo naturale nella prospettiva di una classificazione rimasta fino ad allora relegata a un valore puramente strumentale, cioè fu il primo a

[1] Rimandiamo, per esse, ai due informatissimi libri del DAUDIN, *op. cit.*, e *Classes zoologiques et l'idée de série animale en France à l'époque de Lamarck et de Cuvier (1790-1830)* (2 voll., Parigi 1926), e all'annessa bibliografia.

[2] LINNEO, *Philosophia botanica* cit., p. 156.

[3] LINNEO, *Genera plantarum* cit., pp. III-V; cfr. *Philosophia botanica* cit., p. 157.

[4] LINNEO, *Genera plantarum* cit., p. IX.

[5] CUVIER, *op. cit.*, vol. 3, p. 25.

trasporre o a riconoscere alcuni suoi aspetti nella natura stessa: la distribuzione naturale per generi e per specie gli permetteva infatti di concludere per un ordinamento della natura corrispondente a quello sistematico, per lo meno nelle sue prime divisioni; i caratteri, ammessi come essenziali per fondare il suo sistema sessuale e riconosciuti naturali nella determinazione dei generi, assumevano, nei confronti delle altre parti della pianta, un incondizionato valore di superiorità che proiettava sul sistema sessuale di Linneo i tratti, seppure incompleti, del metodo naturale. Ecco perché Buffon vide in Linneo il classificatore piú pericoloso, cioè il botanico che aveva maggiormente forzato la natura entro schemi prefissi.

19 (18)** Linneo fu conosciuto ed ottenne largo seguito in Francia subito dopo la pubblicazione delle sue opere: fra il 1740 e il '50 il suo sistema si affermò definitivamente fra i botanici francesi, e la sostituzione del metodo, fino ad allora seguito, del Tournefort con quello sessuale linneiano fu in breve tempo un dato di fatto compiuto. Potrebbe bastare ad attestarlo questa dura e radicale polemica del Buffon contro lo scienziato svedese, ma è proprio per comprendere appieno il suo appello di fedeltà al Tournefort, che riassumiamo brevemente le date piú significative del successo ottenuto dal Linneo negli ambienti scientifici francesi: una lettera del 10 luglio 1736 di Antoine de Jussieu a Linneo ci informa che quest'ultimo aveva spedito le sue opere allo scienziato francese; [1] nel 1737 era già cominciato lo scambio epistolare anche con Bernard de Jussieu, che due anni dopo citava Linneo all'Accademia delle Scienze e anteponeva per la prima volta il suo metodo a quello del Tournefort; [2] due lettere, sempre di Bernard de Jussieu, del '40 e del '41, comunicano a Linneo come il metodo del Tournefort venisse abbandonato a vantaggio del suo (lettera del 20 luglio 1740: "Uno dei miei amici che si trova in questo momento nei nostri possedimenti delle Indie Orientali, ha adottato per intero le nostre idee in botanica; appena conosciuto il vostro sistema, da seguace del Tournefort qual era in origine, è diventato seguace di Linneo" [3]); nel 1743-44 l'editore David pubblicava rispettivamente i *Genera plantarum* e il *Systema naturae*; nel 1747 il Guettard proponeva ai botanici come modello esemplare di metodo, che ovviava molte precedenti difficoltà,

[1] A.-L.-A. Fée, *Vie de Linné* (1843), p. 137.
[2] Daudin, *Les méthodes de classification* cit., pp. 118 sg.
[3] Cit. da Fée, *op. cit.*, p. 139. Cfr. ibid. lettera del 30 gennaio 1741.

quello linneiano[1] e, a richiesta degli studenti di botanica, adottava la nomenclatura linneiana; nel 1749 infine Dalibard scriveva nella prefazione all'opera di botanica da lui pubblicata: "I princípi [di Linneo], adottati da quasi tutti quelli che hanno scritto dopo di lui, sono una regola dalla quale non è permesso allontanarsi, e la forma nella quale egli si esprime è diventata la lingua vivente della botanica."[2] Il successo di Linneo negli ambienti scientifici francesi era cosí decretato: di conseguenza quell'universale consenso di pubblico, che ricevette la *Storia naturale* del Buffon, non trascinò in Francia fino alla fine del secolo gli scienziati di professione, che dalla metà del secolo in poi si mantennero irriducibilmente fedeli, fin quasi al fanatismo, a Linneo.[3] In poco piú di dieci anni Buffon accumulò varie confutazioni, tutte di sostenitori del naturalista svedese, da quella del Malesherbes, che dichiarava all'inizio delle sue *Observations* di essere stato indotto a scriverle dall'attacco antilinneiano dell'autore della *Storia naturale*,[4] a quella del Lignac — si veda la nota 4 (8) — il cui ispiratore si professava seguace dei metodi[5] e intratteneva una cordiale corrispondenza col Linneo, a quella del Guettard pubblicata in una memoria dell'Accademia del 1759,[6] all'ambigua critica del Geoffroy nel 1762.[7] Ma l'influenza di Buffon era troppo grande, specialmente in seno all'Accademia, perché si avesse un aperto e organizzato schieramento a favore di Linneo, il che si verificò solo alla morte di Buffon: l'elogio pronunciato da Vicq d'Azyr il giorno del suo ingresso all'Accademia segnò l'avvio di questa opposizione al Buffon cosí a lungo covata dai naturalisti francesi.[8] Venne allora fondata la "Société d'Histoire naturelle de Paris", di rigida professione linneiana, i cui adepti vagheggiavano e programmavano il ritorno a una storia naturale non piú inquinata dallo spirito di Buffon. Còmpito della società era quello di restituire alla Francia la sua importanza nel campo delle scienze naturali, fatte decadere da Buffon per la sua opposizione alle

[1] J.-É. Guettard, *Second mémoire sur les glandes des plantes et le premier sur l'usage que l'on peut faire de ces parties dans l'établissement des genres des plantes*, Mém. Acad. Sci. (1747) 515.

[2] T.-F. Dalibard, *"Florae parisiensis prodromus", ou catalogue des plantes qui naissent dans les environs de Paris, rapportées sous les dénominations anciennes et modernes, et arrangées suivant la méthode sexuelle de Linné* (Parigi 1749) p. v.

[3] J. Geoffroy Saint-Hilaire, *Histoire naturelle générale des règnes organiques* (3 voll., Parigi 1854-62) vol. 1, pp. 81 sg.

[4] Malesherbes, *op. cit.*, pp. 4 sg.

[5] R.-A. de Réaumur, *Mémoires sur l'histoire des insectes* (6 voll., Parigi 1736-42) vol. 1, p. 76.

[6] J.-É. Guettard, *Mémoires sur le caractère spécifique des plantes*, Mém. Acad. Sci. (1759) 124 sgg.

[7] J.-L. Geoffroy, *Histoire abrégée des insectes qui se trouvent aux environs de Paris* (Parigi 1762) vol. 2, t. 1, p. x.

[8] F. Vicq d'Azyr, *Éloge de Buffon*, Mém. Acad. Sci. (1788).

classificazioni metodiche: "Non si può fare a meno di riconoscere che Buffon ha ritardato il progresso di vere e proprie conoscenze nel campo della storia naturale, per il disprezzo che egli ha ispirato per i sistemi", scriveva il Millin, segretario della Società, nel discorso che serví d'introduzione ai "Mémoires d'Histoire naturelle de Paris" e che comparve anche in molti giornali dell'epoca.[1] La portata di questo schieramento in favore di Linneo contro Buffon trovava infine la sua vera ed equilibrata misura nell'opera del Cuvier, che professandosi seguace e prosecutore di Linneo, cercava di ristabilire un sereno giudizio di Buffon nei limiti in cui gli era concesso dalle sue posizioni scientifiche.[2] In quest'epoca, che si può veramente definire linneiana, la corrente di seguaci del Buffon non scompariva: Adanson, Lamarck, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire furono i piú diretti continuatori dell'opera e delle idee del Buffon, la cui conoscenza, il cui fascino e la cui influenza si estesero al di là della Francia, a Goethe,[3] a Erasmus Darwin[4] e forse allo stesso Charles Darwin.[5]

**20** (19)nota Siegesbeck, botanico russo morto nel 1734. Vennero pubblicate postume nel 1737 la sua *Botanosophiae verioris brevis sciagraphia* e nel 1740 la sua *Flora petropolitana*. Il suo attacco a Linneo si trova nell'*Epicrisis in clarissimi Linnaei nuperrime evulgatum systema plantarum sexuale* (Pietroburgo 1737), pubblicato insieme alla *Botanosophiae verioris brevis sciagraphia*. L'opera citata dal Buffon è una confutazione dell'attacco che Gleditsch, botanico tedesco, aveva rivolto contro l'*Epicrisis* del Siegesbeck. Il titolo completo ed esatto di questa confutazione è il seguente: *Vaniloquentiae botanicae specimen, a N. J. Gottlieb Gleditsch in consideratione Epicriseos Siegesbeckianae in scripta botanica Linnaei, pro rite obtinendo sexualistae titulo nuper evulgatum, jure vero retorsionis refutatum et elusum* (Pietroburgo 1741).

**20** (19) Prima di Linneo i classificatori avevano in genere rifiutato l'ausilio del microscopio per la determinazione dei caratteri metodici. Il Ray

[1] A.-L. Millin, *Discours sur l'origine et les progrés de l'histoire naturelle en France, servant d'introduction aux Mémoires de l'Histoire naturelle de Paris* (Parigi 1792), cit. da I. Geoffroy Saint-Hilaire, *op. cit.*, p. 82, n. 1.

[2] Cuvier, *op. cit.*, vol. 4, pp. 157-84.

[3] R. Michéa, *Les travaux scientifiques de Goethe* (Parigi 1943) pp. 80-84. Cfr. anche il giudizio che Goethe dava di Buffon in J. W. Goethe, *Werke, II. Abt.*: *Naturwissenschaftliche Schriften*, vol. 7: *Zur Morphologie - II. Teil* (Weimar 1892) p. 183. [4] Singer, *op. cit.*, p. 319.

[5] J.-L. Lanessan, *L'attitude de Darwin à l'égard de ses predecesseurs au sujet de l'origine de l'especès*, Rev. antropol. 24, 33-45 (1914).

si era espresso contro questo uso nei seguenti termini: "I caratteri naturali siano manifesti e facilmente osservabili da ciascuno; infatti, affinché l'uso del metodo sia quanto piú diffuso possibile, si devono guidare gli iniziati alla conoscenza dei generi senza annoiarli e senza presentare delle difficoltà, né si devono proporre loro caratteri tali che richiedano uno spettatore attento e rapido, al quale sia necessario portare con sé un microscopio." [1] A sua volta Tournefort faceva notare che aveva accuratamente evitato tutti quei caratteri che avrebbero richiesto l'uso del microscopio, ribadendo il principio già sostenuto dal Ray, che soprattutto l'evidenza dei caratteri doveva stare alla base di un metodo di classificazione.[2] Presentando l'opera del Tournefort, il Fontenelle spiegava che la classificazione metodica doveva giovarsi di una semplice accessibilità creata com'era per semplificare la conoscenza della botanica.[3] Il rifiuto dell'impiego del microscopio era dunque essenzialmente motivato dall'attribuzione di un puro carattere di arbitrarietà ai metodi, che venivano creati solo per una semplificazione della conoscenza della botanica. Linneo, fondando il suo sistema sull'apparato sessuale, doveva invece necessariamente introdurre l'uso del microscopio per la determinazione dei caratteri classificatori. Buffon avrebbe distinto fra la ricerca a carattere descrittivo e la costruzione dei metodi ai quali, continuando ad assegnare una funzione di pura semplificazione della conoscenza botanica, doveva anche continuare a rifiutare l'ingombrante uso del microscopio, che minacciava proprio questa facile apprensione. Non si deve perciò notare nel passo solo una facile ironia nei confronti di Linneo.

**22** (20) "Bisogna dunque stare ben attenti a giudicare la natura degli esseri con un solo carattere, che sarà sempre incompleto e suscettibile di errore: spesso anche due o tre caratteri, per quanto generali possano essere, sono insufficienti; solo, come abbiamo già detto e ridetto, mediante la riunione di tutti gli attributi e l'enumerazione di tutti i caratteri si può giudicare della forma essenziale di tutte le produzioni della natura. Una buona descrizione e mai definizioni, un'esposizione piú scrupolosa sulle differenze che non sulle somiglianze, un'attenzione particolare alle eccezioni e alle sfumature anche piú leggere, sono le vere regole e, oso dire, i soli mezzi che abbiamo di conoscere la natura di ciascuna cosa; e se si fosse impiegato a ben descrivere tutto il tempo che si è perso a definire

[1] ADANSON, *op. cit.*, p. CXII. [2] TOURNEFORT, *Institutiones rei herbariae* cit., p. 50.
[3] FONTENELLE, *Diverses observations botaniques* cit., p. 73.

e a fare dei metodi, non avremmo trovato la storia naturale alla sua culla, patiremmo di meno a sbarazzarla delle sue fasce, l'avremmo portata a una maggiore maturità, perché avremmo scritto piú per la scienza che contro l'errore." [1] Buffon continuava in questo senso la tradizione dell'Accademia: ricordiamo come l'incarico assegnato dall'Accademia delle Scienze ai suoi botanici, fin dalla sua prima fondazione, fosse non quello di costruire metodi, ma di descrivere la piante e di disegnarne le figure.[2] Nel 1716 il Fontenelle contrapponeva la descrizione delle piante alle numerose insufficienze dei metodi artificiali e scriveva: "Il lavoro al quale i botanici dell'Accademia si applicano da molto tempo stabilirà la botanica indipendentemente da qualsiasi sistema. Si avranno le descrizioni e le figure piú esatte e dettagliate delle piante con i diversi nomi che vengono loro dati dagli autori, cosí che non si esiterà un solo istante a riconoscerle." [3]

24 (22) Il metodo diventava cosí un puro strumento, un mezzo pratico, come Buffon stesso dirà parecchi anni piú tardi: "un metodo, non per conoscere e giudicare, ma soltanto per vedere e vedere con ordine",[4] Fu questo il criterio seguito dal Lamarck nella sua *Flore française* (Parigi 1778), opera che Buffon vide sotto la migliore luce e che presentò molto favorevolmente al ministro Amelot per ottenerne la pubblicazione,[5] e seguíto altresí da molti altri naturalisti ancora alla fine del Settecento, quindi in pieno regime linneiano.[6] Ciò che Buffon veniva cosí a riconoscere era la necessità dei metodi artificiali, ai quali non aveva mai alluso, come abbiamo già fatto rilevare — si veda la nota 16 (16)*, — essendosi limitato a considerarli nella prospettiva della loro trasformazione in metodi da imporre alla natura. Esaurita la polemica contro questi ultimi, Buffon veniva a presentare i primi nella loro funzione originaria, puramente strumentale. Ma vi aggiungeva una semplice osservazione che non molti anni piú tardi avrebbe dato dei frutti, cioè che una moltiplicazione dei metodi artificiali, per quante sono le parti isolate delle piante, avrebbe condotto alla loro completa descrizione e rappresentazione. Qui non si trattava che di un'osservazione, ma si sarebbe trasformata nell'applicazione dei metodi artificiali

[1] *Histoire naturelle*, vol. 10 (1763) p. 202.

[2] "Histoire de l'Académie des Sciences de 1666 à 1686" (Parigi 1733) vol. 1, p. 19.

[3] B. DE FONTENELLE, *Sur les systèmes de botanique*, Hist. Acad. Sci. (1716) 47.

[4] *Histoire naturelle*, vol. 7 (1758) p. 21.

[5] J.-B. DE LAMARCK, *Choix de textes* et introduction par J. Révanet d'Allonnes (Parigi 1910) p. 29, n. 1.

[6] A.-F. DE FOURCROY, *Éléments d'histoire naturelle et de chimie* (Parigi 1794) vol. 1, pp. 2 sgg., cit. dal DAUDIN, *Classes zoologiques* cit., p. 4, n. 1.

attuata alcuni anni dopo dall'Adanson, per arrivare a una completa descrizione delle piante da cui ricostruire il vero metodo naturale. [1]

**25** (23) La descrizione vista come un aspetto fondamentale della ricerca nelle scienze naturali trovava una tradizione già consolidata nell'indirizzo che da circa un secolo l'Accademia aveva impresso alle scienze naturali. Abbiamo accennato a quali fossero i compiti che l'Accademia aveva affidato fin dalla sua fondazione ai botanici. Nel 1716 il Fontenelle confermava che essi non erano cambiati; si veda la nota **22** (20). Ma è nella prefazione posta da Claude Perrault ai suoi *Mémoires pour servir à une histoire des animaux*, pubblicati per la prima volta nel 1668 e ripubblicati nel 1733, che troviamo i princípi che dovevano regolarmente infondere le ricerche dei naturalisti aggregati all'Accademia.[2]

**26** (23) Ulisse Aldrovandi, naturalista bolognese, del sedicesimo secolo, la cui vastissima cultura enciclopedica fece sí che i contemporanei lo paragonassero ad Aristotele. Della sua grandiosa opera, dedicata soprattutto alla zoologia ma anche alla mineralogia e alla botanica, egli pubblicò in tarda età solo quattro volumi; gli altri nove furono raccolti e dati alle stampe solo dopo la sua morte. Il giudizio su di lui dei naturalisti posteriori non fu sempre lusinghiero, soprattutto per la sua farraginosità.

**29** (25) Il Vicq d'Azyr avrebbe giustamente osservato, nel suo elogio di Buffon, che per primo egli aveva applicato la filosofia alla storia naturale. Ricordiamo come ancora nel Prospetto dell' "Enciclopedia" la storia naturale non veniva posta fra le scienze fisico-filosofiche: sul valore assegnatole da Buffon vedasi la nostra introduzione, pagina XXII. Notiamo che qui egli sembra voler addirittura riportare alla storia naturale tutte le scienze fisiche: poche pagine piú avanti, all'inizio della "Storia e teoria della Terra", dichiarerà: "non è forse storia naturale qualsiasi fisica che non costruisca sistemi?". Il tradizionale rapporto delle scienze fisico-matematiche e delle scienze naturali arriva perciò ad essere da Buffon esattamente capovolto.

**30** (26) Questo secondo aspetto della ricerca nelle scienze naturali non trovava come il primo, cioè come la ricerca a carattere descrittivo, una

[1] Cfr. Guyénot, *op. cit.* pp. 34 sg.
[2] C. Perrault, *Mémoires pour servir à une histoire des animaux*, in "Histoire de l'Académie des Sciences de Paris de 1666 à 1686" (Parigi 1733) vol. 3, pt. 1, pp. x sgg.

sua tradizione indipendente in seno all'Accademia; ne aveva piuttosto ricevuto un rifiuto o subíto una subordinazione in confronto all'altro. Ci riferiamo sempre al Perrault che, nella prefazione citata nella nota precedente, teneva a distinguere descrizione e storia, intesa proprio nel senso attribuitogli da Buffon, e vi precisava in merito ai criteri seguiti nella sua *Storia degli animali*: "In questa raccolta ci siamo particolarmente interessati di ciò che riguarda la struttura degli animali, piuttosto che di ciò che riguarda i loro costumi, il loro nutrimento, la maniera in cui essi vengono catturati, le loro proprietà per la medicina e per gli altri usi loro attribuiti, cose di cui tutti gli storici hanno riempito i loro volumi e che noi abbiamo trattato solo di sfuggita e secondo l'occasione che ce ne veniva offerta dalle cose che stavamo osservando in relazione ai nostri soggetti..." [1] Al contrario Buffon, fra questi due poli di ricerca in cui veniva divisa la storia naturale, avrebbe lasciato a Daubenton la parte descrittiva, scegliendo per sé quella storica, fatto notevolmente significativo sotto due punti di vista.

Innanzi tutto questa scelta è in Buffon il fattore piú indicativo, perché teorico e metodico, di "quella concezione caratteristica di un'epoca in cui la scienza credeva di possedere abbastanza forza per assorbire, se non tutti, per lo meno molti dei problemi della filosofia, della religione, della storia, in cui la scienza voleva essere totale, enciclopedica, in grado di prendere coscienza sia della sua importanza nella vita sociale, sia della sua funzione essenzialmente pratica, trasformatrice del mondo, degli uomini e della natura", concezione nella quale il Venturi, cui appartiene il passo citato, accomunava Diderot e Buffon.[2]

In secondo luogo questa scelta che Buffon fa della parte storica prelude a una nuova prospettiva della storia naturale, che rivela in lui un'indubbia sensibilità scientifica, eccessivamente svalutata dal Malesherbes in poi fino a oggi. Questa nuova prospettiva, che trovava il suo primo tentativo di realizzazione negli articoli sulla *Storia naturale degli animali* scritti da Buffon, consisteva nel cogliere gli esseri della natura non nella loro staticità di organismi formati da parti sempre piú o meno identiche a quelle che presenta l'individuo osservato, sezionato, anatomizzato, ma nelle loro funzioni a contatto di un ambiente in uno svolgersi di tempo, quindi nei loro inevitabili mutamenti. Il capitolo introduttivo sugli animali domestici, alcune parti dello stesso discorso sulla natura degli animali, il capitolo sulla loro degenerazione, nonché le loro forme di vita collegate con la

[1] Ibid., p. x. [2] F. VENTURI, *Jeunesse de Diderot de 1713 à 1753* (Parigi 1939) p. 305.

loro esistenza e con la loro scomparsa nelle diverse epoche della natura,[1] sono una prova piú che esauriente di questa nuova concezione della scienza in cui le trasformazioni della natura, e perciò la sua storia, hanno un posto sempre piú importante.

31 (27) È la famosa ipotesi dell'uomo-statua che fu comune a molti filosofi del secolo. Buffon vi accenna qui brevemente per introdurre l'ordine di conoscenze che gli sembra piú originario e piú naturale nell'uomo, piú direttamente collegato con i suoi bisogni e con la sua formazione. Nel terzo volume della *Storia naturale* vi sarebbe tornato, assai piú ampiamente, trattando dell'origine delle sensazioni.[2] Quando nel 1754 uscí il *Traité des sensations*, il Condillac fu accusato di aver plagiato da Buffon l'idea dell'uomo-statua:[3] la sua reazione fu immediata e gli fece scrivere quel *Traité des animaux, où, après avoir fait des observations critiques sur le sentiment de Descartes et sur celui de M. de Buffon, on entreprend d'expliquer leur principales facultés*, che veniva pubblicato l'anno seguente. In esso il Condillac si difendeva dalla accusa rivoltagli e attaccava a sua volta Buffon per il suo meccanicismo animale.[4] Nel 1756 infine il Lignac faceva seguire la seconda edizione delle sue *Lettres à un Ameriquain* da una continuazione in piú volumi,[5] nella quale dava atto al Condillac del suo attacco a Buffon, ma intraprendeva contemporaneamente una confutazione delle idee sostenute dall'abate nel *Traité des animaux*.

34 (29) L'ordine che Buffon, per la storia naturale degli animali, e Daubenton, per la parte anatomico-descrittiva, avrebbero seguíto, sarebbe stato il seguente: animali domestici, animali selvaggi, animali carnivori, animali dell'Antico Continente, animali del Nuovo Continente, animali comuni ai due continenti, scimmie, uccelli.[6] La classificazione, decisamente rifiutata fino al tredicesimo volume e sostituita, come si può constatare facilmente dall'elenco che abbiamo dato, da criteri di distribuzione derivanti dalla storia naturale degli animali — si veda la nota 30 (26), —

[1] *Histoire naturelle*, vol. 4 (1753) pp. 15 sgg., 169 sgg.; vol. 14 (1766) pp. 311-74; *Suppléments à l'Histoire naturelle*, vol. 5 (1778) "Les époques de la nature", 5° époque.

[2] *Histoire naturelle*, vol. 3 (1749) pp. 363 sgg.

[3] F. M. Grimm, *Correspondance littéraire* (Parigi 1877-82) vol. 3, pp. 112 sg.

[4] Cfr. su tutta la questione G. Le Roy, *La psychologie de Condillac* (Parigi 1937) pp. 122 sg., 191-95.

[5] J.-A. de Lignac, *Suite des Lettres à un Amériquain sur le IVe et Ve volumes de l'"Histoire naturelle" et sur le "Traité des animaux" de M. l'abbé de Condillac* (4 voll., Amburgo 1756).

[6] *Histoire naturelle*, voll. 4-14 (1753-66); *Histoire naturelle des oiseaux*, voll. 1-9 (1770-83).

veniva introdotta nella nomenclatura delle scimmie, e per gli uccelli. Il fatto serví a far cantare vittoria al Cuvier e al suo panegirista Flourens, celebre naturalista anch'egli, al quale si deve la prima completa monografia sul Buffon: "Giunto alla sua *Storia degli uccelli*, Buffon si sottomise tacitamente alla necessità in cui tutti noi ci troviamo di classificare le nostre idee, per rappresentarcene chiaramente l'insieme",[1] scriveva il Cuvier, e ancora: "Dal momento in cui arrivò ai quadrumani, alle scimmie, Buffon fu costretto, dai loro numerosi punti di somiglianza, a stabilire fra questi animali divisioni, a formare generi, a indicarne i caratteri delle specie. La stessa necessità venne avvertita nella storia degli uccelli, cosí che essa è quasi interamente distribuita in maniera metodica: vi sono famiglie e generi altrettanto ben costruiti di quelli di altri metodici. Si può dunque dire che Buffon, senza confessarlo, abbia egli stesso rifiutato le declamazioni contro i metodi che ha disseminato nei suoi diversi scritti." Ma nonostante la sicurezza che il Cuvier ostentava nel dare questo giudizio, il Flourens, che assunse la stessa posizione, continuava a rimanere perplesso per le frequenti contraddizioni che trovava continuamente nella *Storia naturale* in merito ai metodi.[2] C'era da rimanere effettivamente imbarazzati per chi partiva da un sincero convincimento sulla distribuzione classificatoria naturale del mondo animale e vegetale: Buffon introduceva infatti per la prima volta una distribuzione degli animali secondo le classificazioni proprio là dove cominciava ad affrontare piú o meno apertamente il problema del trasformismo. La nomenclatura delle scimmie cominciava con la descrizione di una classificazione generale del mondo animale che, portata alle sue estreme conseguenze, veniva ricondotta da Buffon all'unicità del piano di origine — si veda la nota 12 (13)*, — cioè a "quel piano sempre identico, seguíto senza eccezione dall'uomo alla scimmia, dalla scimmia ai quadrupedi, dai quadrupedi ai cetacei, agli uccelli, ai pesci, ai rettili; quel piano, che rimane cosí evidente allo spirito umano, e che è il quadro piú fedele della natura vivente e il punto di vista piú semplice e piú generale dal quale essa può venire considerata."[3] A questa riduzione Buffon aveva già accennato nel quarto volume della *Storia naturale*, trattando delle relazioni da stabilire tra il cavallo, l'asino e il mulo, e l'aveva prospettata ai classificatori come un pericolo, accusandoli di non averla valutata a sufficienza, con uno spirito non molto diverso, forse, da quello col quale il Diderot aveva attaccato il Mau-

[1] G. Cuvier, *Buffon*, in "Biographie universelle" di J.-F. Michaud, vol. 6.
[2] Flourens, *Buffon*, cit., pp. 19 sgg. [3] *Histoire naturelle*, vol. 14 (1766) p. 30.

pertuis per le conclusioni che si potevano trarre dal *Système de la nature* di quest'ultimo, conclusioni che il Maupertuis non si era preoccupato di dare ma che il Diderot si affrettava a elencare con estremo compiacimento. Ma era nella "Degenerazione degli animali", che occupa parte del volume 14 (si trova, cioè, fra la "Nomenclatura delle scimmie" e la "Storia degli uccelli")[1], che avveniva qualcosa di nuovo, particolarmente significativo per la comprensione della definitiva posizione di Buffon di fronte ai metodi: egli vi capovolgeva il rapporto fra le classificazioni e la natura, e dimostrava apertamente come solo partendo da una degenerazione della specie si venivano a formare generi e famiglie che non erano piú divisioni *ab aeterno*, ma ramificazioni originate dalle incessanti trasformazioni della natura.

**36** (30)* È la divisione secondaria dei quadrupedi vivipari che risale ad Aristotele, ripresa nel Cinquecento dall'Aldrovandi, nel Seicento dal Johnston, nel Settecento dal Klein e, alla fine del secolo, dal Cuvier e da Étienne Geoffroy Saint-Hilaire.

**36** (30)** Con la denominazione di mammiferi vennero definitivamente chiamati da Linneo gli antichi quadrupedi vivipari che furono classificati secondo i denti.

**36** (30)*** Questa osservazione indusse il Flourens a concludere, con indubbia superficialità, che Buffon non era ancora un naturalista, quando scriveva queste pagine.

**37** (31) Si trattava della classificazione zoologica che Linneo fondava sui caratteri esterni degli animali e che egli avrebbe mantenuto immutata dalla prima edizione del suo *Systema naturae* alla decima, nella quale introduceva per la prima volta il concetto di struttura. Questa classificazione doveva ottenere un enorme successo, benché, come scrisse l'Agassiz nello scorso secolo, "fosse un vero caos, nel quale sarebbe stato Cuvier a mettere un po' d'ordine".[2] La critica fatta da Buffon in queste pagine deve essere accolta nel quadro generale della sua polemica contro le classificazioni (tanto piú efficace data la confusione che regnava nella distribuzione

[1] *Histoire naturelle*, vol. 14 (1766) pp. 311-74.
[2] L. Agassiz, *De l'espèce et de la classification en zoologie*, trad. franc. di F. Vogel, rivista dall'autore (Parigi 1889) p. 314.

zoologica linneiana), ma non certamente sul piano di un rigoroso giudizio scientifico circa l'esattezza di una classificazione zoologica.

È da osservare ancora che Buffon si riferiva qui alla distribuzione data da Linneo nella quarta edizione del *Systema naturae*. Il Daubenton nella sua critica al metodo zoologico di Linneo si sarebbe invece riferito all'edizione di Lipsia del 1748, nella quale era stata apportata qualche modifica.

38 (31) Questo passo tanto è importante quanto è rimasto inosservato. Esso dimostra come fin da questo primo Discorso Buffon si rendesse chiaramente conto della portata dei problemi che avrebbe affrontato nel corso della sua opera, e come la sua critica ai metodi avesse fin da allora un ben preciso indirizzo, che il Malesherbes aveva già nel 1750 esattamente individuato, cioè quello di affrontare il problema della fissità dei generi e delle specie.[1] Quale sia l'approfondimento che Buffon nel 1749 poneva in questa dichiarazione non è ben chiaro, né è possibile, in questa sede, esaminare quale sia stata la vera posizione di Buffon nei confronti delle specie e della loro creazione *ab aeterno*, cioè lo sviluppo del suo pensiero di fronte a questo problema che ebbe continuamente presente. Ci limitiamo a fare due osservazioni.

Innanzitutto il fatto che la specie non compaia in questa dichiarazione sull'inesistenza dei generi e delle classi e sulla sola esistenza degli individui, può essere riconnesso all'ambigua definizione che di specie egli avrebbe dato nel quarto volume della *Storia naturale*, nell'articolo dedicato all'asino: "... tutti gli individui simili, che esistono sulla superficie della terra, sono considerati componenti la specie di questi individui; tuttavia non è né il numero né la collezione degli individui simili che forma la specie, ma la costante successione e l'ininterrotto rinnovamento degli individui che la costituiscono; un essere, infatti, che durasse sempre non sarebbe una specie, non lo sarebbe piú di un milione di esseri simili che durassero anch'essi sempre: la specie è dunque un nome astratto e generale, la cui realtà esiste solo considerando la natura nel succedersi dei tempi e nella costante ricostruzione e nell'altrettanto costante rinnovamento degli esseri."[2] Definizione che poteva permettere a Buffon di usare indifferentemente il termine individuo al posto di quello di specie, ma che lasciava equivoco il suo effettivo significato.

In secondo luogo, osserviamo che i passi della *Storia naturale* nei quali Buffon tratta direttamente o indirettamente della specie sono molti e sono

[1] MALESHERBES, *op. cit.*, vol. 1, p. 27. [2] *Histoire naturelle*, vol. 4 (1753) pp. 384 sg.

tali da far rimanere perplesso il lettore, a un primo contatto con la sua opera, per le opposte conclusioni che suggeriscono in merito alla fissità della specie.[1]

Alla questione della fissità della specie è collegato il complesso problema della presenza nel pensiero e nell'opera di Buffon di un trasformismo o di un evoluzionismo ai primi stadi, problema intorno al quale si sono a lungo dibattuti e ancora si dibattono i critici. Poiché giudichiamo questo primo Discorso, col quale si apre la *Storia naturale* di Buffon, un testo fondamentale nel dibattito in questione, troviamo opportuno dare una breve bibliografia delle opere principali in cui è stato discusso il problema:

P. Flourens, *Buffon - Histoire de ses travaux et de ses idées* (Parigi 1850) pp. 79 sgg.; vedi anche dello stesso autore, *Idées de Buffon sur la dégenération des animaux et la mutabilité des espèces*, Journal des Savants (1843) 449-56;

J.-L.-A. Quatrefages de Bréau, *Histoire naturelle générale*, Revue des deux Mondes (1868) 845 sgg.;

V. Carus, *Histoire de la zoologie dépuis l'antiquité jusqu'au XIX$^e$ siècle*, trad. franc. (Parigi 1880) p. 416;

Y. Délage, *Hérédité et grands problèmes de biologie générale* (Parigi 1903) pp. 381 sg., 394, 580-88;

A. Giard, *Controverses transformistes* (Parigi 1904) pp. 10-12;

Ch. Déperet, *Les transformations du monde animal* (Parigi 1907) pp. 23 sg.;

H. F. Osborn, *From the Greeks to Darwin - An Outline of the Development of the Evolution Idea* (New York, 1894) pp. 130-39;

A. Lovejoy, *Buffon and the Problem of Species*, The popular Science Monthly **79**, 464-73, 554-67;

J.-L. Lanessan, *Transformisme et créationnisme* (Parigi 1914);

L. Roule, *Buffon et la description de la nature* (Parigi 1924);

J. Rostand, *L'évolution des espèces - Histoire des idées transformistes* (Parigi 1932) pp. 49-64;

P. Brunet, *La notion d'évolution dans la science moderne avant Lamarck*, Archeion **19**, 21-43; articolo i cui presupposti aveva già schizzato nella recensione al libro di M. Caullery, *Le problème de l'évolutionisme* (Parigi 1931), in Archeion **13**, 508-10 (1931).

É. Guyénot, *Les sciences de la vie aux XVII$^e$ et XVIII$^e$ siècles* (Parigi 1957) pp. 394 sgg.

[1] Diamo qui l'elenco dei passi piú significativi e importanti: *Histoire naturelle*, vol. 2 (1749) pp. 10 sgg., 426; vol. 4 (1753) pp. 171 sgg., 377 sgg.; vol. 9 (1761) pp. 125 sgg.; vol. 12 (1764) p. III; vol. 13 (1765) pp. 1 sgg.; vol. 14 (1766) pp. 311-74; *Suppléments*, vol. 3 (1776) p. 32.

P. Ostoya, *Les théories de l'évolution* (Parigi 1951) pp. 47-57.
J. S. Wilkie, *The Idea of Evolution in the Writings of Buffon*, Annals of Science, marzo-settembre 1956.

41 (33) Probabile allusione al seguente passo di una *Digressione* appartenente agli scritti della celebre *Querelle des Anciens et des Modernes* del Fontenelle: "... non si darà mai una degenerazione degli uomini, le sane opinioni di tutti gli spiriti buoni che si succederanno verranno ad aggiungersi le une alle altre. Questo mucchio, in incessante aumento, di opinioni da seguire, di regole da praticare, trascina sempre, di conseguenza, un aumento anche delle difficoltà proprie a ogni singola scienza e a ogni singola arte; ma ecco che d'altro canto nascono nuove facilitazioni per ricompensare queste difficoltà... Le matematiche e la fisica sono scienze il cui giogo diventa sempre piú pesante per i dotti; bisognerebbe alla fine rinunciarci, se contemporaneamente non si moltiplicassero i metodi; quello stesso spirito che perfeziona le cose, aggiungendovi nuovi punti di vista, perfeziona anche il modo di apprenderli abbreviandoli, e fornisce nuovi mezzi per abbracciare la nuova estensione che esso dà alle scienze. Un dotto di questo secolo contiene dieci volte un dotto del secolo di Augusto, ma gli è stato anche dieci volte piú facile diventarlo." [1]

Il Fontenelle veniva a stabilire in questo passo una ben precisa relazione fra il sorgere dei metodi e l'aumento progressivo delle conoscenze nel mondo moderno. L'affermazione era quanto mai importante: egli aveva colto uno degli aspetti fondamentali della scienza moderna, ché scienza moderna non si sarebbe data indipendentemente da una metodologia specifica. Piú di mezzo secolo dopo Buffon sembra voler riaprire la discussione sugli antichi e sui moderni, risuscitando una questione che ai suoi contemporanei sarebbe potuta apparire inattuale e anacronistica, perché non solo già discussa, ma anche apparentemente risolta alla fine del diciassettesimo secolo. Buffon però si limitava ad affrontarla in un àmbito molto ben delimitato, cioè la riproponeva mettendo in dubbio la validità e il valore dei metodi in seno alla scienza a lui contemporanea.

Abbiamo parlato di una probabile sua allusione al passo sopra citato della *Digressione* del Fontenelle: essa non ha conferma se non nel fatto che tramite questo passo si può stabilire una diretta continuità fra la *querelle* della fine del secolo precedente e la questione sollevata dal Buffon. Abbia egli voluto alludere o no al Fontenelle, resta il fatto che il suo parallelo

[1] B. DE FONTENELLE, *Digression sur les Anciens et les Modernes* (Oxford 1953) p. 172 sg.

prende il via da quell'aspetto della scienza moderna in rapporto alle scienze degli antichi messo in luce dal passo della *Digressione*: esaminata alla luce degli sviluppi della scienza dalla fine del secolo alla metà del Settecento, l'importanza da attribuire ai metodi era l'unico punto della *querelle* che non solo si era mantenuto il piú attuale dopo sessant'anni, anzi l'unico attuale, ma che si era sviluppato in modo tale da offrire nuove prospettive per riproporre il parallelo fra gli antichi e i moderni. Il Fontenelle aveva ricondotto il sorgere dei metodi all'arricchimento progressivo delle conoscenze dei moderni, Buffon dopo piú di mezzo secolo giudicava questi metodi un cappio al collo delle scienze. Il mezzo secolo trascorso fra l'uno e l'altro aveva permesso di assistere a una trasformazione. Quei metodi che lo stesso Fontenelle aveva dato come strumenti della scienza erano diventati, nelle mani degli scienziati, regole sistematiche della scienza da imporre alla natura, soffocandola nelle angustie di procedimenti a lei di fatto estranei. Nonostante l'estrinsecità del valore attribuito dal Fontenelle ai metodi, un valore, come già abbiamo visto — nota 16 (16)*, — puramente strumentale, in rapporto al quale egli si trovava in perfetto accordo col Buffon, il Fontenelle aveva chiuso il paragone fra le conoscenze degli antichi e dei moderni indicando in questi metodi il segno distintivo della maggiore ricchezza della scienza moderna: la loro formazione era la garanzia di un continuo sviluppo delle conoscenze degli uomini. Ma alla prova dei fatti Buffon doveva giudicare l'affermazione affrettata e imprudente: avvenuta la trasformazione da strumenti di sviluppo a regole costruttive della scienza e della natura, il trovare nei metodi il segno distintivo della superiorità delle scienze moderne sarebbe stato un'assurda ironia e un grave errore. Uno degli aspetti che avrebbero dunque dovuto lumeggiare questa superiorità si era dimostrato errato: i metodi non erano un indice della superiorità degli uomini moderni, ma erano proprio questi metodi che minacciavano di degenerare e soffocare la scienza moderna. In questo senso il parallelo fra gli antichi e i moderni era ancora aperto e aspettava una soluzione. Quando il Malesherbes, polemizzando con questa parte del discorso di Buffon, avrebbe ripresentato le argomentazioni che erano state svolte dai sostenitori dei moderni mezzo secolo prima e piú, non si sarebbe accorto di essere fuori strada.[1] Buffon non sostiene in verità il paradosso che i moderni non abbiano aggiunto nuove conoscenze a quelle degli antichi e quindi che non ne posseggano un numero maggiore: ciò che egli rileva e teme è che alcune di queste nuove acquisizioni preten-

[1] Malesherbes, *op. cit.*, vol. I, pp. 153 sgg.

dano di riassumere l'intera natura, senza lasciarla libera in tutti i suoi aspetti e in tutte le sue possibilità; l'intelletto umano non può far altro che tentare di ricostruirla faticosamente cercando di non assoggettarla ai suoi procedimenti e ai suoi metodi. In questo senso la libertà e la ricchezza di storie naturali come quelle degli antichi, dove una natura piena e continuamente imprevista si muove, gli appare come un ideale al quale è finalmente necessario rifarsi.

43 (35) Non si può fare a meno di pensare che Buffon abbia avuto qui presenti le *Riflessioni sull'origine delle lingue e il significato delle parole* del Maupertuis che, pubblicate nel 1748 in una dozzina di esemplari "pour quelques amis", come dice l'autore nell'Avvertimento a esse inserito nelle *Opere*,[1] e rimaste perciò sconosciute, non potevano esserlo a Buffon, la cui lunga e solida amicizia col Maupertuis è ben nota.

La tesi sostenuta dal Maupertuis era che uno studio sull'origine, sulla formazione e sullo sviluppo delle lingue avrebbe potuto illuminarci sull'origine delle nostre sensazioni e sulla formazione delle nostre idee, e permetterci, entro certi limiti, di seguire il cammino percorso dai vari popoli. La tesi era essenzialmente nominalistica e il Maupertuis concludeva sostenendo che la primitiva e integra formazione delle nostre idee, avvenuta inizialmente passando dalla sensazione al segno che doveva indicarla e da questo all'idea, aveva subíto una degenerazione consistente in una moltiplicazione di idee che corrispondeva solo a una moltiplicazione di parole. A questa moltiplicazione di idee e di parole egli faceva risalire la stessa formazione di espressioni quali "specie" e "genere".[2]

Abbiamo già visto come scopo precipuo dei classificatori fosse stato fin dall'inizio quello di dare una nomenclatura del mondo vegetale — si veda la nota 16 (16)* — che fosse quanto piú perfetta possibile, in modo che essa diventasse lo strumento primo della conoscenza delle piante, perché permettesse la generalizzazione di alcuni loro caratteri e quindi la riunione del maggior numero possibile di individui vegetali in alcuni gruppi caratterizzati. "Conoscere le piante equivale a sapere il nome che è stato loro dato in rapporto a qualcuna delle loro parti. Questa struttura forma il carattere che distingue essenzialmente le piante le une dalle altre. L'idea di questo carattere deve essere inseparabilmente unita al nome della pianta... Indubbiamente i nomi delle piante si possono ridurre a un numero limitato,

[1] P.-L. DE MAUPERTUIS, *Réflexions sur l'origine des langues et la significations des mots*, in *Œuvres* (4 voll., Lione 1768) vol. I. [2] Ibid., p. 276.

se si vogliono prendere in considerazione soltanto quelli necessari..." [1] "Methodus, anima scientiae, indigitat, primo intuitu, quodcunque corpus naturale, ut hoc corpus, dicat proprium suum nomen, et hoc nomen quaecunque de nominato corpore beneficio seculi innotuere, ut sic, in summa confusione rerum apparenti, summus conspiciatur naturae ordo." [2]

Le descrizioni dirette delle singole piante venivano cosí a essere sostituite dalle definizioni, cioè da termini e da frasi, piú o meno lunghe a seconda della nomenclatura scelta, fosse quella del Ray o quella del Tournefort o del Linneo, mediante le quali si determinava, al posto dell'individuo, la specie, il genere, la classe. Qualche pagina piú avanti di questo Discorso, Buffon accennerà dispregiativamente alla moda invalsa di moltiplicare i simboli e le frasi dotte, vana illusione di una maggiore conoscenza, intendendo con ciò riferirsi alle formule della nomenclatura, mediante le quali i metodi delle scienze naturali si esprimevano. Tali frasi sono da Buffon contrapposte ai semplici vocaboli impiegati dai Greci. Egli avanza la tesi che la ricchezza di parole "nette e precise" della loro lingua denunci un'effettiva ricchezza nelle loro conoscenze: si tratta di una tesi paradossale, ma a Buffon serve per giungere a sostenere che per non compromettere la nostra conoscenza e farla degenerare in una sterile e vuota scienza, formata da proposizioni simboliche, come quella dataci dai metodi con le loro affrettate generalizzazioni, occorre mantenere alla conoscenza di ogni singola cosa il suo segno, la sua verbale rappresentazione che ci permetta di riconoscerla, di assicurarci dell'effettiva e diretta conoscenza della cosa stessa e di ripresentarla in qualsiasi momento alla nostra memoria.[3] Solo cosí Buffon pensa di mantenere il contatto con la natura e di garantirla almeno in parte dalla deformazione cui andrebbe soggetta nell'intelletto che se ne impadronisse inconsideratamente e superficialmente. Egli vuol salvare in qualche modo questa nostra conoscenza della natura, per lo meno evitarle qualsiasi inutile errore, e pensa di poterlo fare ricavandone quanti piú dati è possibile, prima di sottoporla alla manipolazione dell'intelletto.

48 (38) Nel corso di tutta la sua opera Buffon avrebbe continuato ad aver presente Aristotele naturalista. Vedasi in modo particolare tutto il secondo volume, sulla generazione, e i volumi sui quadrupedi. Inoltre nel capitolo sulla degenerazione degli animali, uno dei piú significativi per

[1] Tournefort, *Eléments de botanique* cit., pp. 45-47.
[2] Linneo, *Systema naturae* ecc., 13ª ed. cit., vol. I, p. 14.
[3] Maupertuis, *Réflexions* cit. p. 268.

valutare la posizione del Buffon di fronte all'imminente trasformismo, egli riporta proprio dal naturalista greco il caso dei muli fecondi. Ma ciò che soprattutto colpiva Buffon era, per usare la sua espressione, la *tournure philosophique* con la quale Aristotele affrontava cose e problemi. Attraverso il Daubenton egli avrebbe direttamente contrapposto alla ristrettezza mentale dei classificatori i vasti orizzonti del Greco "aussi grand philosophe que grand naturaliste",[1] e forse non è azzardato sostenere e cercare di dimostrare che Buffon pensava ad Aristotele come a un modello da seguire e soprattutto da far rivivere.

Quando egli assunse l'intendenza del Giardino del Re, Maurepas, che si occupava delle pubblicazioni della Stamperia reale, gli assegnò l'incarico di scrivere una descrizione del Giardino del Re che, con tutta probabilità, avrebbe dovuto far seguito ai *Mémoires pour servir à une histoire des animaux* del Perrault[2]. Da un tale progetto iniziale venne fuori questa grandiosa *Storia naturale*, che nell'intenzione dell'autore avrebbe dovuto racchiudere l'universo intero. Ma a guidarci piú addentro ancora nelle intenzioni che mossero a questa grande impresa Buffon, può essere una passo proprio delle *Memorie* del Perrault, che forse colpí e affascinò in modo singolare il giovane intendente:

"Una volta composte queste nostre *Memorie* — aveva scritto il Perrault, — vorremmo sperare che esse offriranno materia per una storia naturale che non sarà indegna del piú grande Re che vi sia mai stato, se per eguagliare Alessandro, come Egli lo eguaglia superandolo però sotto ben altri aspetti, gli manca un cosí grande personaggio quale Aristotele; la cura che sua Maestà ha avuto di supplire a questo difetto, mediante il numero di persone che ha scelto per questo incarico e la scrupolosità con la quale si è cercato di adempiervi, farà sí che quest'opera da lui voluta non sarà forse inferiore a quella che è stata fatta per Alessandro; non si potrà certamente dire che essa sia uscita dalle mani di un filosofo paragonabile ad Aristotele, ma forse la potenza e la saggezza che guida tutte le imprese di Sua Maestà potrà un giorno far sorgere un genio eccezionale che si serva di queste nostre Memorie con un successo che equivalga la grandezza del Signore per il quale quest'opera è stata fatta."[3]

Sarà azzardato sostenere che Buffon, incaricato di dare un seguito alle *Memorie* del Perrault, abbia voluto essere il grande genio sorto ad illuminare di nuova luce le scienze naturali, emulo moderno di Aristotele?

[1] *Histoire naturelle*, vol. 4 (1753) p. 142. [2] BERTIN ecc., *op. cit.*, pp. 25 sg.
[3] PERRAULT, *op. cit.*, pt. 1, p. XX.

49 (39) Il Sainte-Beuve considerò questo giudizio di gran lunga il piú favorevole di quelli espressi su Plinio dai moderni. Criticando e nello stesso tempo lodando Buffon, il Sainte-Beuve disse di ritrovare nell'opera del naturalista romano, proprio come era probabilmente successo a Buffon stesso nel leggere Plinio, non solo le caratteristiche dei difetti, ma anche dei meriti dell'autore della *Histoire naturelle*: consigliava perciò di mitigare il piú duro giudizio del Cuvier con quello di Buffon, che di Plinio aveva saputo cogliere, trovandoli in se stesso, la generosità di spirito e quell'ampio sguardo che rende grandi le cose della natura.[1]

Del resto né il diciassettesimo né il diciottesimo secolo erano stati avari di interessi verso Plinio: alle già numerose edizioni dell'*Historia naturalis*, Luigi XIV decideva di aggiungerne un'altra, che doveva servire addirittura al Delfino; di essa fu incaricato l'Hardouin, ed ebbe tra i suoi revisori l'Huet e il Bossuet.[2] Nel Settecento, oltre le numerose riedizioni dell'*Historia* curata dall'Hardouin, Plinio fu legato a tre imprese di una certa importanza che tennero a valorizzarlo e a concedergli tutti gli onori: a Iena si pubblicò nel 1723 una *Chrestomathia pliniana* curata dal Gesner,[3] che ebbe una seconda edizione a Lipsia nel 1753; Gastone della Torre Rezzonico scrisse le *Disquisitiones plinianae* su tutto ciò che concerneva i due Plinii;[4] e infine il Malesherbes, appena all'inizio della sua fortunata carriera, proprio nel periodo in cui si apprestava a confutare Buffon, proponeva una traduzione francese dell'opera di Plinio, invitando importanti dotti dell'epoca a collaborarvi, e sotto i suoi auspici dava il via all'impresa.[5] Può apparire significativa, per valutare l'opinione che di Plinio si aveva nel Settecento, la collaborazione alle note di quest'ultima traduzione, intrapresa, anche se non portata a termine, da parte di due celebri naturalisti quali il Guettard e il Bouguer.[6] "La *Storia naturale* di Plinio è l'Enci-

[1] Ch.-A. Sainte-Beuve, *Causeries du lundi* (Parigi 1853) vol. 2, pp. 56 sgg.

[2] Caii Plinii Secundi *Naturalis historiae libri* xxxvii. Interpretazione et notis illustravit Joannes Harduinus,... in usum Serenissimi Delphini (Parigi 1685), 5 voll. in 4°.

[3] *Chrestomathia pliniana*, oder Auserlesene Stellen aus C. Plinii Secundi Historia naturalis, nach den besten Editionen Harduini und Gronovii recensirte... mit einem Register versehen von J. M. Gesnern (Iena 1723).

[4] *Disquisitiones plinianae, in quibus de utriusque Plinii patria, rebus gestis, scriptis, codicibus, editionibus atque interpretibus agitur*: auctore Antonio Josepho Comite Turre Rezzonici. (Parma 1753-57). Furono tradotte in francese nel 1763 col titolo *Recherches sur Pline*.

[5] *Histoire naturelle de Pline*, traduite en français [da L. Poinsinet de Sivry] avec le texte latin... accompagnée de notes et d'observations sur les connaissances des anciens comparées avec les découvertes des modernes (Parigi 1771-82), 12 voll.

[6] Ibid., vol. 1: *Notes sur le IIe livre de Pline par un savant anonyme*, e *Remarques sur le IIe livre de Pline par feu M. Bouguer*.

clopedia degli antichi", si poteva leggere in una pagina della prefazione alla traduzione, e queste parole dànno la misura del giudizio incondizionatamente ammirativo che si aveva nell'epoca dell'opera di Plinio. Negli ultimi anni del Settecento si ebbero diverse scelte dall'*Historia naturalis* in latino e in francese, tra le quali una curata dal Wandelaincourt e un'altra dal Gueroult. Se critiche gli vennero rivolte da un Dezallier d'Argenville, per esempio, critiche condivise dal Malesherbes e anche dal Buffon, fu per precisare le diverse esigenze di una storia naturale moderna, che non poteva piú esser formata da uno zibaldone di conoscenze attinenti i fenomeni naturali, ma che doveva specializzarsi accuratamente nei singoli campi e in particolari soggetti ad esclusione di molti altri che, presenti nell'opera di Plinio, di fatto esulavano dal rigore scientifico di una trattazione moderna. Ciò che accomunava tutti nel riconoscimento ammirativo per l'opera di Plinio era il clima naturalistico dell'epoca che non poteva far rimanere indifferenti di fronte all'entusiasmo per la natura che esplodeva dalla *Historia naturalis.*

52 (41)* Buffon ha avuto indiscutibilmente presente il seguente passo del *Discorso sul metodo* di Descartes: "... sarò ben felice di far vedere in questo Discorso quali siano le strade che ho seguito, e di rappresentare la mia vita come un quadro, perché ciascuno possa darne il proprio giudizio, e io, cogliendo dalla voce comune le opinioni che ne sono state formulate, trovi un nuovo mezzo per istruirmi, da aggiungere a quelli di cui son solito servirmi. Mia intenzione è non di insegnare qui il metodo che ciascuno deve seguire per ben guidare la propria ragione, ma soltanto di far vedere in che modo ho cercato di dirigere la mia. Coloro i quali si illudono di dare precetti, si devono ritenere piú abili di quelli ai quali li dànno; e una loro mancanza nella piú piccola cosa, deve farli biasimare. Ma proponendo questo mio scritto solo come una storia, o se preferite, come una favola, nella quale, fra gli esempi che si possono imitare, se ne troveranno forse anche molti altri che si avrà ragione di non seguire, spero che esso sarà utile a qualcuno senza che rechi danno a nessuno, e che tutti accetteranno volentieri questa mia franchezza".[1]

Il passo di Buffon è rivolto contro i metodi aprioristici, un attacco perciò anche a Descartes, rivoltogli usando lo stesso linguaggio che questi

[1] R. DESCARTES, *Discours sur la méthode*, in *Œuvres* a cura di Ch. Adam e P. Tannery (Parigi 1897-1910) vol. 6, pp. 3 sg.

aveva adoperato per presentare se stesso e il suo metodo. Comunque nella *Storia naturale* si ritrova un doppio aspetto, del resto comune al secolo, di riconoscimento e di rifiuto verso Descartes.

"L'idea di riportare la spiegazione di tutti i fenomeni a princípi meccanici è senza dubbio grande e bella, è il passo piú ardito che si sia potuto fare in filosofia, ed è Descartes che l'ha fatto; ma questa idea non è che un progetto, e questo progetto ha un fondamento?... Il difetto della filosofia di Aristotele era di impiegare come causa tutti gli effetti particolari, quello di Descartes di non voler impiegare che un numero di effetti generali, escludendo tutto il resto." [1]

"Del resto non bisogna farsi un'idea negativa di Aristotele dall'esposizione che abbiamo ora dato del sistema sulla generazione; sarebbe come voler giudicare Descartes dal suo *Trattato sull'uomo*." [2]

"Prima che Descartes avesse applicato l'algebra alla geometria, i princípi e la metafisica della geometria erano ben conosciuti e certi; tuttavia questa applicazione ha aumentato di molto le nostre conoscenze geometriche e si è estesa a tutte le altre operazioni di questa scienza." [3]

Per i rapporti della filosofia e della scienza illuminista con Descartes rimandiamo al saggio del Vartanian citato alla nota 12 (13)**.

52 (41)** Questo attacco appena accennato contro le arti meccaniche esprime piú una presa di posizione polemica che un effettivo convincimento del pensiero di Buffon. In realtà le arti meccaniche erano venute via via acquistando dalla seconda metà del diciassettesimo secolo un'importanza sempre maggiore e un posto sempre piú rilevante: basta soltanto pensare che le due massime imprese di cultura fra il Seicento e il Settecento, l'Accademia delle Scienze di Parigi e l' "Enciclopedia", suddividevano equamente i loro interessi e le loro attività fra la speculazione e la tecnica; [4] che il piú grande naturalista della prima metà del Settecento il Réaumur, collaborava con largo contributo alla sezione Arti e Mestieri dell'Accademia; [5] che il teorico del materialismo piú avanzato, il d'Holbach, intorno alla cui persona si radunava la Parigi piú brillante e piú spregiudicata, si sobbarcava nel 1758 e nel 1759 l'impresa di tradurre dal tedesco la *Chimica*

[1] *Histoire naturelle*, vol. 2 (1749) pp. 50-52. [2] Ibid., p. 90.

[3] BUFFON, *La méthode des fluxions et des suites infinies*, in *Œuvres philosophiques* (Parigi 1954) p. 449.

[4] "Histoire de l'Académie des Sciences de Paris de 1666 à 1686" (Parigi 1733) vol. 1, p. 70; J. D'ALEMBERT, *Discours préliminaires* nell' "Encyclopédie", vol. 1.

[5] TORLAIS, *op. cit.*, pp. 43 sgg.

*metallurgica* del Gellert e la *Metallurgia* del Lehmann. Né Buffon fu da meno dei suoi contemporanei, anche se si è voluto sostenere che i suoi interessi per le arti siano sempre stati determinati da motivi di tornaconto personale: ancora giovanissimo, nel periodo precedente e immediatamente seguente al suo ingresso come membro aggiunto all'Accademia, proprietario di grandi foreste, svolse ricerche allo scopo di migliorare il legno per la costruzione delle navi; nel 1735 mise sú un vivaio cui dedicò sempre molto tempo; proprietario di una fornace, dove con procedimenti di piccolo artigianato si fondevano minerali di ferro trovati nelle miniere della Borgogna, Buffon decideva nel 1767 di ampliarla e riusciva a portarla al livello di una grande industria. In una lettera del 1767 scriveva di avere passato l'intera estate e l'autunno a fare esperienze sull'azione del fuoco sul ferro e di volerle applicare per ottenere dal cattivo ferro della Borgogna un ferro buono, addirittura migliore di quello svedese o spagnuolo. Nel 1769 conobbe attraverso i *Viaggi metallurgici* del Jars i procedimenti inglesi di depurazione del carbon fossile dai quali si otteneva il *coke*; si associò perciò alla Compagnia per l'estrazione e la depurazione del carbon fossile, e sotto i suoi occhi furono eseguite le esperienze per la depurazione del carbone.[1] Si preoccupò inoltre di conoscere l'invenzione della macchina a vapore. Qualsiasi fosse il movente che lo portava a questi suoi molteplici interessi per le tecnologie, Buffon non poteva polemizzare contro la diffusione e l'importanza delle arti, la cui trasformazione in grande industria arrivò ad avvertire e alla quale cercò di adeguarsi.

53 (42) Nel *Saggio d'aritmetica morale*, riassumendo brevemente i termini entro i quali affronta e risolve il problema della verità, Buffon ripeterà: "Vi sono diversi generi di verità, diversi ordini di certezza, differenti gradi di probabilità."[2] Dove viene a stabilire un preciso rapporto fra le verità, le certezze e le probabilità. I diversi ordini di certezze, sulle quali fa cardine il problema, vanno infatti per Buffon, da un massimo a un minimo, oscillando fra i diversi gradi della probabilità; nei vari passaggi tra questo massimo e questo minimo si determinano i diversi generi di verità, dalla verità riconosciuta attraverso l'evidenza, alla verosimiglianza stabilita da un numero minimo di probabilità. Si può quindi concludere che, per Buffon, la verità ha una misura, un piú e un meno dipendente dal suo grado di probabilità.

[1] BUFFON, *Lettres inédites*, in BERTIN e altri, *op. cit.*, pp. 212 sgg.
[2] BUFFON, *Essai d'arithmétique morale* cit., p. 47.

L'interesse di Buffon per il problema in questione ha un sapore inequivocabilmente humiano. Egli segue fedelmente Locke nel riportare ogni nostra conoscenza ai sensi e all'esperienza, ma se ne distacca nel momento in cui dall'origine delle conoscenze passa a distinguere le conoscenze secondo il loro grado di validità, chiamata qui da lui con il concetto "metafisico" di verità. Nella contrapposizione fra verità matematiche e verità fisiche (le verità di ragione e di fatto di Leibniz, che ritroviamo in Hume) egli si riconnetterà ancora al *Saggio* lockiano per quanto riguarda le prime, fondandole sul concetto di identità e di ripetibilità; ma nell'interesse verso le seconde si nota una singolare corrispondenza con il punto di partenza dal quale Hume si muove per affrontare il suo problema fondamentale, cioè la necessità di stabilire il come e il quanto della validità delle verità di fatto. Secondo Buffon: "L'evidenza matematica e la certezza fisica sono i due soli punti di vista alla luce dei quali dobbiamo considerare la verità; esaminiamo ciò che possiamo sapere riguardo a una scienza evidente o a una scienza certa, dopodiché vedremo ciò che possiamo conoscere solo per congettura, e infine ciò che dobbiamo ignorare." Parecchi anni piú tardi alla luce di una piú completa maturità, il problema veniva da lui cosí generalizzato: "La misura delle cose incerte forma qui il mio oggetto; cercherò di dare le regole per valutare i rapporti di verosimiglianza, i gradi di probabilità, il peso delle testimonianze, l'influenza dei casi, l'inconvenienza dei rischi, e per giudicare nello stesso tempo il valore reale dei nostri timori e delle nostre speranze." [1] Ed ecco ciò che scriveva Hume: "Le materie di fatto, che sono la seconda specie di oggetti dell'umana ragione, non si possono accettare nella stessa maniera [delle verità di ragione], né l'evidenza della loro verità, per quanto grande, è della stessa natura della precedente... Può essere dunque materia degna d'attenzione il ricercare quale sia la natura dell'evidenza che ci assicura di una qualsiasi reale esistenza e di un qualsiasi fatto, al di fuori della presente testimonianza dei sensi o dei ricordi della memoria. Questa parte della filosofia, è facile osservarlo, è stata poco coltivata dagli antichi e dai moderni..." [2] E altrove, indicando la novità dell'indagine cui si accingeva, col darne i termini storicizzabili: "Il celebre Leibniz ha notato come difetto dei comuni sistemi di logica il fatto che essi si dilunghino molto a spiegare le operazioni dell'intelligenza nella formazione delle dimostrazioni, ma sono poi troppo concisi quando vengono a trattare delle cono-

[1] Ibid., p. 46.

[2] D. HUME, *Ricerche sull'intelletto umano*, trad. M. Dal Pra (Bari 1957) p. 34.

scenze probabili e di quegli altri gradi di evidenza da cui dipendono completamente la vita e l'azione pratica e che ci sono di guida anche nella maggior parte delle nostre speculazioni filosofiche. In questa critica egli comprende il *Saggio su l'intelligenza umana*, la *Ricerca della verità*, e l'*Arte del pensare*. L'autore di questo trattato sulla natura umana mostra di essersi reso conto di un tale difetto di questi filosofi, e ha tentato, per quanto poteva, di porvi rimedio." [1]

55 (43) Sarà l'argomento del suo *Saggio d'aritmetica morale*, da Buffon cosí introdotto: "Nell'ordine delle certezze prodotte dall'analogia, si deve porre anche la certezza morale; essa sembra stare in mezzo fra il dubbio e la certezza fisica; ma questo mezzo non è un punto, bensí una linea estesissima della quale è assai difficile determinare i limiti: ci accorgiamo che un certo numero di probabilità dà la certezza morale, ma quale è questo numero? Possiamo noi cercare di determinarlo altrettanto precisamente di quello mediante il quale abbiamo rappresentato la certezza fisica?" [2] Il calcolo applicato a problemi di morale avrebbe costituito anche l'oggetto dell'*Essai de morale* del Maupertuis.

56 (44) Questa interpretazione della realtà e dell'evidenza dei concetti matematici trovava la sua prima origine nella critica lockiana ai concetti cartesiani di spazio e di estensione e nella nuova spiegazione che il filosofo inglese aveva dato sia del concetto di spazio, sia di quello di estensione, sia di quello di numero. Idee riprese anche, anzi soprattutto, dal Maupertuis, e che Buffon avrebbe piú ampiamente trattato nel *Saggio d'aritmetica morale*.

61 (47) Per i rapporti di applicazione delle matematiche alle scienze fisiche vedansi le pagine che vi ha dedicato il Brunet a proposito del Maupertuis. Sull'abuso della astrazione geometrico-matematica nelle scienze fisiche e la soluzione che propone Buffon introducendo il concetto di storia nei fenomeni naturali, si vedano le note 166 (124), 352 (261)*, 467 (345) e soprattutto la nostra introduzione, pp. XVII-XXIII.

64 (50) Versi già citati dal Colonna.[3] Ripresi dal Vallisneri in un passo in cui rievocava gli storici, i filosofi e i poeti antichi, secondo i quali le

[1] HUME, *Compendio del trattato su la natura umana*, a cura di A. Carlini (Bari 1948) pp. 32 sg.
[2] BUFFON, *Essai d'arithmétique morale* cit., p. 55.
[3] F. COLONNA, *De glossopetris* (Roma 1747) pp. 69 sg. (Operetta che risale ai primi del Seicento.)

acque avevano un tempo dimorato sopra le terre ferme.[1] Questa opinione era attribuita dal Vallisneri direttamente a Ovidio. Ritroviamo i versi, divenuti ormai un luogo comune nel riferimento alle antiche cosmogonie, nella *Théorie de la Terre* del La Métherie, che considera Ovidio il volgarizzatore di questa dottrina pitagorica relativa a un soggiorno delle acque sopra i continenti: a pronunciare i versi, nelle *Metamorfosi*, è infatti Pitagora.[2]

**65** (51) Buffon sembra voler escludere dalla sua storia naturale della Terra qualsiasi osservazione appartenente alla fisica astronomica. Esclusi in verità solo dalla teoria della Terra, i rapporti fra l'astronomia e la storia naturale della Terra verranno ampiamente trattati nel primo articolo delle Prove (in particolare alle pagine 93-94).

**66** (52)* Si veda la nota **29** (25).

**66** (52)** "La teoria della Terra è una scienza completamente nuova; essa consiste nel dedurre i fenomeni della natura, la formazione del nostro globo, i cambiamenti che vi si sono verificati e quelli che devono ancora verificarvisi." [3]

**67** (53) Piú avanti parlerà di "romanzi di fisica", espressione già usata dal Voltaire,[4] ritorta dall'abate Nonnotte contro Buffon proprio per questa sua teoria della Terra.[5]

**77** (60) Si veda la nota **297** (222).

**80** (62) Si vedano le pagine 185 e seguente, e la nota **186** (141).

**81** (63) È la prima conclusione cui arriva Buffon nella "Storia e teoria della Terra"; la seconda sarà relativa ai processi che hanno guidato e accompagnato l'azione delle acque marine sulla superficie terrestre, e formerà la cosiddetta teoria delle cause attuali, si veda la nota **99** (76).

[1] A. Vallisneri, *De' corpi marini che su' monti si trovano* ecc. (Venezia 1721) p. 34.
[2] J.-C. de La Métherie, *Théorie de la Terre* (5 voll., Parigi 1797) vol. 1, p. vi.
[3] L. Bourguet, *Lettres philosophiques sur l'origine et la formation des sels et des cristaux... avec un Mémoire sur la théorie de la Terre* (Amsterdam 1729) p. 177.
[4] Voltaire, *Lettres philosophiques* (ed. Garnier, Parigi 1951) p. 75.
[5] C.-F. Nonnotte, *Dictionnaire philosophique de la Religion* (Besançon 1774) vol. 2, p. 95.

In una pagina precedente Buffon ha usato l'espressione "opera delle acque" riferendosi agli strati componenti la terra. "Espressione di notevole precisione — avrebbe avuto a notare il Flourens — perché la terra che Buffon studia qui è opera delle acque." [1] Buffon espone sí con raro rigore e puntuale precisione la tesi secondo cui la parte superficiale del globo terrestre che a noi è permesso conoscere (parte infinitesima della profondità della sfera) reca tracce inequivocabili di un prolungato soggiorno delle acque, che le hanno conferito una inconfondibile fisionomia, e tuttavia dobbiamo rilevare che non si tratta di una tesi particolarmente originale. Da piú di un secolo e mezzo il problema di una remota presenza delle acque sulla terra interessava insistentemente i dotti, e si manteneva alla ribalta della piú viva curiosità e delle piú attente ricerche.[2] La questione, se vogliamo risalire ancora piú oltre, aveva una lontanissima tradizione, radici vecchie quanto la stessa filosofia o la stessa religione: per lo meno cosí si sarebbero compiaciuti di presentarla, alla fine del Settecento, i cosmologi ormai arrivati a compiute conclusioni, che potevano essere erette in un corpo di scienza.[3] Ma, per quanto ci interessa, era stato verso la metà del Cinquecento che il problema aveva destato grande interesse fra i naturalisti e che intorno a esso erano cominciate le prime osservazioni, le prime opinioni, le prime discussioni: e queste, assunte sempre maggiori proporzioni nei due secoli seguenti, avrebbero lentamente delineato il profilo delle vicissitudini subíte dal globo terrestre per arrivare al suo stato attuale. Il ricondurre a un soggiorno delle acque sopra la terra le tracce di mutamenti che la superficie terrestre rivelava, fu la tesi piú o meno giustificata che riassunse le conclusioni di questa prima epoca della geologia. Questa scienza nel giro di due secoli, passando di scoperta in scoperta, d'osservazione in osservazione, d'ipotesi in ipotesi, costruí faticosamente le sue fondamenta, per arrivare infine nel Settecento a dare un corpo di conoscenze organiche che dimostrativamente conducevano a conclusioni di fatto. Ad assolvere questa funzione fu la "Storia e teoria della Terra" di Buffon, nelle cui pagine troviamo per la prima volta riassunti obiettivamente e sistematicamente i risultati di questa lunga elaborazione.

Da questo punto di vista dobbiamo distinguere due aspetti diversi nel

[1] Buffon, *Œuvres complètes*, a cura di P. Flourens (Parigi 1853-1855) vol. 1, p. 41, n. 1,

[2] P. Brunet, *Les premiers linéaments de la science géologique: Agricola, Palissy, George Owen*. Rev. Hist. Sci. (1950) 74.

[3] La Métherie, *op. cit.*, vol. 1, pp. 31 sgg. Cfr. anche C. Malte-Brun, *Précis de la géographie universelle* (8 voll., Parigi 1810-29) vol. 2, pp. 479 sgg.

saggio geologico di Buffon: il primo relativo al contenuto, cioè a tutta la documentazione sperimentale e alle piú immediate conclusioni che se ne potevano trarre, la cui originalità è assai scarsa, per non dire nulla, al vaglio di un rigoroso giudizio storico; il secondo relativo all'impostazione e alla generale rielaborazione data dall'autore a questo contenuto e ai problemi che vi erano connessi. Da questo punto di vista, è necessario riconoscere che Buffon per primo fondò la geologia su basi obiettivamente scientifiche da un punto di vista teorico: si vedano per una piú ampia esposizione di questo aspetto di Buffon e della sua opera le note 99 (76), 204 (154), e l'introduzione, pagine XXV-XXVII.

Fin qui la "Storia e teoria della Terra" ha ricalcato l'aspetto piú tradizionale della questione, cioè la dimostrazione di un soggiorno delle acque marine sopra la superficie terrestre, documentato dalla stratificazione sedimentaria e dalla presenza di fossili marini all'interno degli strati piú superficiali della terra.

La scoperta e l'osservazione di strane forme del tutto somiglianti a spoglie di animali marini aveva destato vivissima curiosità in alcuni dotti fin dal sedicesimo secolo. Essa aveva dato adito a due diverse interpretazioni: vi era chi le considerava forme foggiate dalla natura, chiamandole appunto giuochi o scherzi di natura e ricollegandole piú o meno alle credenze sulla vegetazione delle pietre e dei minerali; [1] ma vi era chi si schierava contro questa opinione, dichiarandosi convinto assertore di una loro origine marina e riconducendo la loro presenza nell'interno delle masse terrestri a una verosimile lontanissima presenza delle acque del mare sulla terra. Cesalpino non esitava tra queste due posizioni: "Cum ait in fodinis metallorum sive marmorum, aliorumque saxorum numquam vivens corpus reperiri, et si enim aliquando in eorum caesuram ostrearum testae, aut caetera conchilia reperta sint, haec, recedente mari, et lapidescente solo, inibi derelicta in lapides concreverunt, ubique enim, ubi nunc est arida aliquando affuisse mare..." [2] Fracastoro non arrivò a conclusioni diverse: in relazione alle scoperte fatte dal Saraina di molte conchiglie nei terreni del veronese ("spectabantur echini lapidei, paguri, conchae, ostrea etc."), egli dichiarava "se... existimare haec olim vera animantia fuisse

[1] "Museum calceolarianum veronense" (Verona 1622) sez. 3, p. 405; A. BERTRAND, *Lettres sur les révolutions du globe* (Parigi 1845) p. 5.

[2] A. CESALPINO, *De re metallica*, lib. 1, cap. 2, cit. in "Museum calceolarianum" cit., sez. 3, p. 407.

illuc iactata a mari et in mari enata".[1] E della stessa opinione fu il Cardano.[2] Particolarmente interessanti le osservazioni di un artigiano francese, il Palissy, che di fronte a siffatti corpi marini si dibatté fra le piú diverse ipotesi, arrivando tuttavia a positive conclusioni: si vedano la pagina 267 e la nota 267 (201).

Per quanto problematica se ne presentasse la spiegazione, la presenza delle acque marine sulla terra era stata necessariamente ammessa fin da allora da quanti avevano riconosciuto, in quelli che piú tardi saranno chiamati fossili, spoglie di animali appartenenti al mare: lo stesso Palissy, che si era rifiutato in un primo momento di ammetterlo, dovette in fine almeno parzialmente acconsentirvi.[3] La spiegazione si presentò fin d'allora riconducibile a due cause: o a un diluvio universale, fenomeno eccezionale spiegabile solo attraverso l'appello a una forza estranaturale, o a cause naturali, che potevano essere diverse, cioè: alluvioni ripetutesi piú volte, una maggiore estensione sopra le terre del mare gradualmente ritiratosi, eccetera. Se i naturalisti che abbiamo citato si mostrarono tutti piú portati a dare questa seconda spiegazione, il diluvio universale era la causa cui si ricorreva piú comunemente, suffragata com'era dalla piú antica tradizione pagana e ortodossa.[4]

Questi i due aspetti, che potremmo definire del mito e della scienza, sui quali si imperniarono le interpretazioni fondamentali del soggiorno delle acque marine sulla terra fino alla metà del Settecento, quando, con le opere di Buffon, del Maillet, del Vallisneri, per citare gli autori piú importanti, le cause naturali sarebbero definitivamente prevalse.

Ma fino alla fine del diciassettesimo secolo, piú che di assumere una decisione in tal senso i naturalisti si preoccuparono di moltiplicare le loro osservazioni dirette sulla natura. Nel Seicento l'Italia diede i piú dotti e i piú curiosi osservatori: lo Scilla, il Boccone, il Colonna, la cui fama di naturalisti correva per tutta l'Europa, continuarono le piú attente osservazioni sui corpi marini, dei quali cercarono di specificare accuratamente ogni caratteristica.[5] Essi tuttavia non affrontarono direttamente il problema

[1] Ibid., p. 409.

[2] G. Cardano, *De subtilitate* (Lione 1559) lib. 2, p. 121; lib. 7, pp. 285 sg.

[3] B. Palissy, *Recepte véritable par laquelle tous le hommes de la France pouront apprendre à multiplier et augmenter leurs thrésors* (1563), in *Œuvres* (Parigi 1777) pp. 528 sgg.; *Des pierres*, ibid., pp. 79 sgg.

[4] "Encyclopédie", art.: Déluge; G. Cuvier, *Discours sur les révolutions du globe* (Parigi 1861) pp. 108 sgg.

[5] F. Colonna, *op. cit.*; A. Scilla, *La vana speculazione disingannata dal senso* (Napoli 1670); P. Boccone, *Museo di fisica e di esperienza* (Venezia 1697), osservaz. 32 e 45.

relativo alla loro origine, dando per scontato che fosse da attribuire alla presenza delle acque sulla terra e accettando come probabile qualsiasi ipotesi, si trattasse di alluvioni, di diluvi universali, di una maggiore estensione della distesa delle acque marine.[1] Dalle osservazioni sui corpi marini secondo il loro modo di essere incorporati nei terreni e le loro posizioni, i naturalisti di questo periodo sarebbero passati finalmente alle prime osservazioni sui terreni che li circondavano. Il Colonna e lo Scilla arrivarono tuttavia solo occasionalmente a operare questo passaggio e a cogliere i rapporti fra i corpi marini e la composizione dei terreni,[2] ma proprio in quegli stessi anni Stenone ne formulava una vera e propria legge geologica, sulla quale egli fondava le sue ricerche sui terreni fossili della Toscana: "Secunda parte resolvitur problema universale unde singularum difficultatum enodatio dependet, quod est: dato corpore certa figura praedito et iuxta leges naturae producto, in ipso corpore argumenta invenire, locum et modum productionis detegentia." [3] Fu durante queste ricerche che egli mise per la prima volta in luce la formazione stratificata del terreno, che giudicò dovuta all'effetto della sedimentazione delle acque marine.

Avvenuta la scoperta di questo secondo, altrettanto fondamentale, elemento rivelatore della storia della superfice terrestre, i naturalisti non disgiunsero piú nelle loro ricerche i fossili dai terreni nei quali essi giacevano. Se Stenone non ebbe diretti seguaci, la sua opera fu conosciuta e tradotta in Inghilterra, dove l'ambiente dei teologi e degli accademici della "Royal Society" costituí negli ultimi trent'anni del Seicento il punto di riferimento di tutti gli interessi geologici, ai quali venne dato un grandissimo incremento. Furono continuate e sviluppate le ricerche sulla formazione dei terreni, e interessanti relazioni scientifiche sui fossili comparvero nelle "Philosophical Transactions". Le piú importanti furono quelle del Lister, che per primo rivelò l'importanza di carte geognosiche e cercò di stabilire i rapporti di età dei terreni dalle conchiglie che vi giacevano.[4] Osservazioni altrettanto specifiche e interessanti furono dovute al Hooke, finché alla fine del secolo il Woodward, nel suo *Essay toward the Natural*

[1] Scilla, *op. cit.*, pp. 47 sg.; 32 sg.

[2] Ibid., p. 156.

[3] N. Stenone, *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus* (Firenze 1669) pp. 5-10.

[4] *Three Letters: The Second of Mr. Lister, confirming some former Observations about Musk-sented Insects, and adding some Notes upon M. Steno's late Book touching Petrified Shells*, Phil. Trans. (1671) 2282 sgg. Cfr. A. von Humboldt, *Cosmos - Essai d'une description physique du monde*, trad. Faye e Galusky (Parigi 1845-1848) vol. 2, p. 458.

*History of the Earth*, volgarizzò i risultati piú generali circa la presenza dei fossili marini nei terreni e la stratificazione sedimentaria di questi ultimi. Benché i risultati che egli dava fossero spesso troppo in accordo con le sue esigenze di teologo, il suo saggio fu l'opera attraverso la quale maggiormente si diffusero le conclusioni dei naturalisti interessati a questioni geologiche.

Dopo i lavori degli inglesi, per tutta la prima metà del Settecento non si ebbero altri contributi di rilievo: i francesi, che incominciarono a interessarsi di geologia solo nei primi anni del diciottesimo secolo,[1] si limitarono a dare una serie di accurate osservazioni sulle nuove specie di fossili che vennero via via scoperte; si veda la nota 185 (140). Ma allora si moltiplicarono le spiegazioni circa le origini dei fossili e della stratificazione sedimentaria; tutti furono concordi nell'attribuirla alla presenza delle acque marine sulla terra, dovuta per alcuni a cause estranaturali, per altri a cause naturali, per altri ancora alle une e alle altre. In Francia i naturalisti, a eccezione dei piú ortodossi, preferirono sempre attenersi a una spiegazione riconducibile a cause naturali, dal Réaumur allo Jussieu, al Bourguet, al Gautier, al Maillet. Quest'ultimo, benché in un sistema geologico che troppo spesso avrebbe indugiato su ipotesi fantastiche, già aveva presentato prima di Buffon una sintesi dei risultati delle laboriose osservazioni che i naturalisti in due secoli avevano accumulato: "Il numero straordinario di conchiglie di ogni specie disseminate... dalle rive del mare fino alle nostre piú alte montagne, appariva come una prova altrettanto convincente della loro formazione là dove nascono, vivono e muoiono i pesci. Estesi banchi di ostriche trovati su alcune colline, altri che sembrano inseriti nella sostanza stessa delle montagne, monti interi di conchiglie poste sulla cima, in mezzo e al centro di altre colline di pietra comune, intere vallate che ne erano completamente coperte... erano una dimostrazione cosí decisiva dell'origine dei nostri terreni da sembrare strano che non ne fossero convinti tutti... Tutte le nostre montagne, anche quelle di sabbia dura non pietrificata, sono composte di strati disposti gli uni sugli altri, quasi sempre orizzontali, piú spessi o piú sottili... cosa che può provenire solo da una disposizione successiva delle diverse materie di cui questi ammassi sono formati. Queste disposizioni si verificano sia sulle piú alte montagne che nelle profondità dei loro abissi, fino a che non si arriva all'acqua. Non è possibile immaginare che la disposizione di queste materie sia potuta avvenire altrimenti che nel seno del mare, mediante le materie contenute

[1] Hist. Acad. Sci. (1703) 27; (1705) 45; (1706) 11 sgg.; (1709) 36 sgg.

in queste acque durante tutto il tempo necessario alla formazione di questo straordinario ammasso..." [1] Questi i precedenti, presupposti dalla fondamentale tesi che Buffon si accingeva a sostenere nella sua "Storia e teoria della Terra".

**82** (63) Si vedano le pagine 163 e seguenti, e la nota **166** (124).

**95** (72) Si veda la nota **324** (241).

**99** (76) La spiegazione di come si è formata la superficie terrestre, di cui Buffon espone qui i criteri metodici, è la cosiddetta teoria delle cause attuali, che trova in lui uno dei suoi primi e piú decisi sostenitori. Per teoria delle cause attuali è da intendersi la spiegazione di tutti gli avvenimenti geologici che hanno portato all'attuale formazione della superficie terrestre, mediante quei fenomeni che regolarmente si verificano su di essa.

"Si è creduto per lungo tempo di poter spiegare attraverso queste cause attuali le rivoluzioni anteriori, come si spiegano facilmente nella storia politica gli avvenimenti passati quando si conoscono bene le passioni e gli intrighi dei nostri giorni", avrebbe scritto nei primi decenni del diciannovesimo secolo il Cuvier: "... disgraziatamente non avviene cosí nella storia fisica: il filo delle operazioni è spezzato; la marcia della natura è cambiata, e nessuno degli agenti che essa impiega oggi sarebbe stato sufficiente a produrre le sue operazioni di un tempo".[2] La teoria che il Cuvier contrapponeva alle cause attuali era quella di rivoluzioni verificatesi ripetutamente e improvvisamente sulla superficie terrestre, ma anche questa teoria, come troviamo giustamente osservato in una recente storia della geologia, faceva "del miracolo il motore essenziale dei fenomeni naturali".[3]

Nonostante l'immediato e brillante successo che la teoria del Cuvier ottenne, la storia della geologia ci mostra che questa scienza preferí seguire la via che geologi quali lo Hutton e il Lyell avevano indicato, procedendo nello studio di una lenta e graduale trasformazione ed evoluzione dei terreni per opera di molteplici agenti naturali. Non possiamo riallacciare su di un piano rigorosamente scientifico la teoria delle cause attuali di

[1] B. de Maillet, *Telliamed, ou Entretiens d'un philosophe indien* (Amsterdam 1748) vol. 1, pp. 34 sgg., 70 sgg. della 2a ed., 1755.

[2] Cuvier, *Discours sur les révolutions du globe* cit., p. 17.

[3] A. Birembaut, *La géologie*, in "Histoire de la science", vol. 5 dell'Encyclopédie de la Pléiade (Parigi 1957) p. 1120.

Buffon con gli sviluppi che essa ebbe dalla seconda metà del Settecento in poi, poiché la geologia si venne allora fondando essenzialmente sulle scoperte e le relative ricerche intorno alle rocce ignee e alle rocce metamorfiche,[1] laddove Buffon aveva preso in considerazione le sole formazioni sedimentarie, come del resto, salvo rare eccezioni che non ebbero seguito, tutti i geologi a lui anteriori e contemporanei. In relazione a quelli che furono i successivi sviluppi della geologia, ci limitiamo perciò a osservare che Buffon colse e sviluppò con lucida chiarezza in questa sua teoria della Terra il concetto di formazione e trasformazione evolutiva dei terreni, concetto necessariamente collegato alla teoria delle cause attuali.

Come abbiamo già rilevato, Buffon chiude quello che si può considerare il primo periodo della scienza geologica: è in relazione ad esso che ci interessa mettere in evidenza da un punto di vista storico i precedenti della teoria delle cause attuali, che trova in lui una cosí ampia trattazione. Ancora una volta dobbiamo constatare che, almeno in parte, egli si limitò a raccogliere materiali e idee che si erano venuti lentamente accumulando e formando.

La teoria delle cause attuali aveva le sue piú lontane radici in quanti avevano cercato di riportare la spiegazione della presenza dei corpi marini nei terreni ai fenomeni che potevano piú o meno regolarmente venire osservati nella natura. Nelle conclusioni avanzate dal Fracastoro ("... olim mare, ubi nunc montes extant, mox eodem recedente detectos fuisse montes et insulas quod et in dies videtur fieri quando et Aegyptus tota mari obruta fuerit et in littoribus etiam Italiae ut circa Ravennam apparet, ubi longe abest mare ab eo, quod olim fuerat passu centum" [2]), nel Palissy (che rifuggiva con particolare insistenza da qualsiasi mutamento macroscopico che sconvolgesse l'ordine della natura: si veda l'attacco al Cardano, giustificabile solo da questo punto di vista [3]), nelle osservazioni dello Scilla,[4] si possono ritrovare i primi generici elementi di una teoria delle cause attuali.

Questa ebbe la sua prima formulazione nella *Protogaea* del Leibniz, e precisamente nel concetto di continui mutamenti cui andrebbe soggetto il globo terrestre, mutamenti dovuti agli spostamenti delle acque marine e fluviali, ai depositi che esse formano, ai venti, alle piogge, ai terremoti, ai vulcani, eccetera. Dobbiamo tuttavia notare che, se il Leibniz formulava

[1] Humboldt, *op. cit.*, vol. I, pp. 202 sgg.
[2] "Museum calceolarianum" cit., p. 409. [3] Palissy, *Des pierres* cit., pp. 79 sgg.
[4] Si veda il giudizio che in proposito dava dello Scilla il Vallisneri, *op. cit.*, pp. 58 sg.

nei suoi concetti fondamentali il principio di una continua formazione e trasformazione della terra, la teoria delle cause attuali nella prima metà del Settecento aveva una funzione che non troviamo svolta nelle ipotesi di questo autore: cioè di contrapporsi a quelle teorie che, soprattutto attraverso il diluvio universale, introducevano fenomeni eccezionali nell'ordine delle cause naturali. Il Leibniz non aveva sistematicamente evitato di supporre questi fenomeni, ma anzi aveva fatto posto nel suo sistema agli improvvisi sconvolgimenti che poteva avere causato il diluvio.[1]

Nella prima metà del Settecento, al contrario, molti autori accettarono e svilupparono la teoria delle cause attuali applicandola soprattutto a combattere i sostenitori del diluvio. Alla fine del Seicento, infatti, i teologi inglesi (Burnet, Whiston, Woodward; si vedano gli articoli 2, 3, 4 delle "Prove della teoria della Terra"), al fine di impedire il sorgere di teorie sfavorevoli a un accordo con la genesi biblica, avevano per la prima volta operato una scelta decisa e senza compromessi nella spiegazione da attribuire a un remoto soggiorno delle acque sopra il globo terrestre, e avevano posto a fondamento dei loro sistemi la spiegazione che ne davano le sacre Scritture, il diluvio universale.[2] Al diluvio universale che, secondo questi teologi naturalisti, si sarebbe manifestato attraverso sconvolgimenti improvvisi, estesissimi e catastrofici, che non turbavano i princípi del creazionismo fissista perché eccezionali e come tali dovuti soltanto a una volontà soprannaturale, i sostenitori delle cause naturali contrapposero un processo di continue trasformazioni della superficie terrestre, per gli spostamenti delle acque marine che continuamente abbandonano le terre o ne prendono nuovamente possesso. "Un'esperienza giornaliera delle vicissitudini che sopravvengono a certe regioni di cui il mare inonda e scopre successivamente le terre — scriveva nel 1718 lo Jussieu, — ci dimostra piú che a sufficienza che le acque hanno potuto coprire un tempo il Lionese: senza essere obbligati a ricorrere né all'inondazione del diluvio universale né a grandi terremoti né a scosse tali da provocare l'apertura di grandi voragini attraverso cui le acque del mare si sarebbero sparse ovunque, senza parlare di crolli spaventosi di enormi e alte montagne la cui caduta avrebbe occupato un grande spazio nel letto del mare, che avrebbe fatto rifluire le acque nelle nostre terre [*sarebbe facile dimostrare che questi elencati dallo Jussieu sono i vari fenomeni di dimensioni macroscopiche con i quali era stato*

[1] G. W. LEIBNIZ, *Protogaea*, in *Opera omnia* a cura di L. Dutens (Ginevra 1768), vol. 2, p. 205.

[2] J. WOODWARD, *Géographie physique, ou Essai sur l'histoire naturelle de la Terre*, trad. franc. (Parigi 1735) pp. 55 sgg.; T. BURNET, *Telluris theoria sacra* (Londra 1681) pp. 1 sgg.

*descritto il diluvio*], non ci mancano prove che la maggior parte delle terre abitate da tempi che si perdono nella memoria degli uomini furono originariamente coperte dall'acqua del mare, che le ha poi insensibilmente o all'improvviso lasciate allo scoperto." [1]

Negli anni immediatamente seguenti il Vallisneri e il Bourguet sostenevano la stessa tesi con maggiore ricchezza di particolari e spesso con originali osservazioni,[2] finché il Maillet dava un completo sistema, in parte frutto di pura fantasia ma in parte fondato su precise osservazioni, della lenta formazione della terra gradualmente abbandonata dal mare, e via via modellata dai suoi depositi e dai suoi molteplici movimenti: era possibile ricostruire questa formazione osservando le terre dalle quali il mare ancor oggi continuava a ritirarsi.[3]

Buffon aveva ben poco da aggiungere a tutto ciò: eppure in questo saggio egli si distingueva notevolmente dai naturalisti a lui contemporanei, cui egli doveva le idee che sosteneva e i fatti che documentavano queste idee. Per la prima volta egli dava un'esposizione equilibrata e obiettiva, che non indulgeva al sistema e quindi alla fantasia (come era avvenuto nel *Telliamed* del Maillet), che non si limitava a una parziale documentazione (come era stata quella dello Jussieu e di altri naturalisti, quali il Mairan o il Réaumur, interessati a spiegare solo alcuni particolari ritrovamenti), che non si presentava in veste né polemica (come il lavoro del Vallisneri) né incompleta (come la teoria della terra del Bourguet).

Tutte le osservazioni precedenti si applicavano a dare ragione delle vestigia lasciate in tempi passati dall'azione delle acque sulle terre: ma le cause, che erano servite a ricostruire questo passato nelle opere dei naturalisti, si mantenevano ancora, e ancora esercitavano come allora la loro azione giornaliera e graduale, solo talvolta improvvisa, cui si aggiungeva quella di moltissimi altri agenti esistenti in seno alla terra e all'aria o sopra la terra stessa, cioè le piogge, gli incendi sotterranei, il rodimento delle acque fluviali e delle infiltrazioni interne, i venti esterni e le correnti d'aria nelle cavità sotto la superficie terrestre, eccetera. Tutto ciò avrebbe formato l'oggetto dell'ultima parte della teoria della Terra, venendo a delineare il quadro completo della teoria delle cause attuali.

Come abbiamo già detto, Leibniz era indubbiamente stato il primo a indicare tutti i fenomeni agenti sulla superficie terrestre: è tuttavia molto

[1] A. de Jussieu, *Examen des causes des impressions des plantes marquées sur certaines pierres des environs de Saint-Chaumont dans le Lionnois*, Mém. Acad. Sci. (1718) 291.

[2] Vallisneri, *op. cit.*, pp. 45 sgg.; Bourguet, *op. cit.* [3] Maillet, *op. cit.*

probabile che Buffon non abbia conosciuto la piú ampia stesura della *Protogaea*, nella quale se ne trattava con brevi ma precisi riferimenti. In ogni modo, dell'azione trasformatrice esercitata dai piú diversi fenomeni aveva trattato già il Vallisneri. Ma particolarmente interessante è in proposito il breve saggio di un originale dotto francese, ingegnere "dei ponti e degli argini", il Gautier, autore fra l'altro di una raccolta enciclopedica di informazioni a carattere erudito, storico, filosofico, scientifico, la *Bibliothèque des savants*, nella quale è compreso il saggio cui alludiamo. Questo saggio, disordinata esposizione di una teoria della terra, insisteva soprattutto sulle continue trasformazioni subíte dalla terra per opera dei piú comuni e frequenti agenti, dalle piogge allo scioglimento delle nevi, allo scorrere dei torrenti, allo straripamento dei fiumi. Buffon conobbe indubbiamente sia l'opera del Vallisneri,[1] che queste *Nouvelles conjectures sur le globe de la terre, où l'on fait voir de quelle manière la terre se détruit journellement, pour... voir changer à l'avenir de figure* del Gautier.[2]

Da quanto abbiamo precedentemente detto, la teoria della Terra di Buffon risulta dunque un mosaico di elementi già messi in luce e trattati da vari autori. Ma la rielaborazione che Buffon ne offriva era tale da far distinguere la sua opera da tutte le precedenti: solo la *Protogaea* può essere messa sul suo stesso piano, e se Buffon l'avesse conosciuta, ne concluderemmo che egli avrebbe semplicemente svolto una piú ampia trattazione di quell'opera.

Concludendo, crediamo di poter affermare che la "Storia e teoria della Terra" è stato il primo saggio geologico che abbia preso in considerazione e sviluppato nel suo complesso il fenomeno dell'evoluzionismo terrestre. Da ciò due conseguenze: 1) per la prima volta veniva stabilito un preciso rapporto fra il concetto di storia e il complesso dei fenomeni naturali; 2) i diversi agenti naturali, metereologici, vulcanici eccetera, che fin allora avevano trovato posto in opere di cosiddetta fisica generale, per quanto si riferiva alla loro origine e alle loro manifestazioni,[3] e in opere di geografia descrittiva, in relazione ai loro effetti, venivano riuniti in una scienza particolare che li collegava, come elementi ad essa essenziali, alla storia della formazione della terra: in embrione la futura geografia fisico-astronomica. Si veda anche la nota 204 (154).

[1] Vallisneri, *op. cit.*, pp. 53 sgg.

[2] H. Gautier, *Bibliothéque des savants* (Parigi 1723) vol. 2, spec. pp. 627 sgg.

[3] Si veda quale classico esempio: P. van Musschenbroek, *Essais de physique*, trad. franc. di P. Massuet (Leida 1751).

102 (78) Si veda la nota 418 (308).

108 (82) Si veda la nota 552 (409).

117 (88) Si vedano l'articolo 9 delle "Prove della teoria della Terra", pagine 323 e seguenti, e la nota 451 (333).

124 (93) Si veda l'ultima parte della nota 99 (76).

Nel corso delle pagine relative alla "Storia e teoria della Terra" ci siamo limitati a poche note di rimando. Per tutta questa parte si dovranno però confrontare le note svolte in relazione a ogni singolo argomento delle "Prove della teoria della Terra".

127 (97) Per questo rapporto fra la storia naturale e l'astronomia, confronta nell'Enciclopedia la prima parte dell'articolo: Histoire naturelle, ispirato ai criteri scientifici e metodici di Buffon.

129 (98) Distinzione di due diversi momenti egualmente indispensabili alla scienza secondo Buffon: quello dello storico, che raccoglie il fatto documentato e sperimentato (cfr. pp. 71 sg., la delineazione dei compiti dello storico), e quello del sistematico che prepara i problemi e tenta le vie da seguire per risolverli: si veda la nota 4 (8) sui caratteri del genio, colui al quale cioè compete, per Buffon, il diritto di erigere e sviluppare sistemi.

133 (101)* "I pianeti devono continuare per le leggi della gravità a muoversi nelle loro orbite, ma la loro posizione primitiva e regolare non può essere attribuita a queste leggi...", aveva affermato Newton alla fine dei suoi *Principia*, concludendo che "questa meravigliosa sistemazione del sole, dei pianeti, e delle comete, può essere solo opera di un essere onnipotente e intelligente".[1] Una tale spiegazione del sistema solare, come osservava il Milhaud, segnava un netto arresto nei confronti di quelle ricerche cosmogoniche verso cui si era decisamente orientata la scienza con Cartesio: "troviamo [nella concezione di Cartesio] per lo meno l'idea che, al di là del mondo attuale in cui viviamo, vi è posto per ricerche scientifiche relative alla sua formazione. Con Leibniz, con Kant e, soprattutto per

[1] NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica* cit., lib. 3, scolio generale; cfr. anche *Opticks* (1ª ed., Londra 1704) prop. 31.

tutta la seconda metà del diciottesimo secolo, con i naturalisti, si viene via via esprimendo il bisogno in ogni ordine d'idee di spiegare ciò che è con ciò che è stato; la scienza si preparerà a diventare evoluzionistica, ma Newton avrà vissuto in questo movimento senza comprenderne l'importanza; egli si rimette per la formazione del sistema solare al via iniziale del Creatore".[1]

Fedele newtoniano per quanto riguarda tutto il sistema dell'attrazionismo, Buffon di fronte alla regolarità del sistema solare e alla forza d'impulsione abbandona Newton per ritornare a Descartes. Tutto il suo interesse si rivolge a quell'unico aspetto delle leggi dell'universo, irriducibile al sistema dell'attrazione, cioè alla forza centrifuga, da lui cartesianamente detta forza d'impulsione, che permette ai pianeti di mantenersi nella loro orbita circolare senza cadere sulla Terra. Avvertendo l'urgenza di una spiegazione della posizione iniziale assunta dai pianeti in tali orbite, non esita ad affrontare questo problema di natura cosmologica e a risolverlo nella piú ligia tradizione cartesiana mediante cause meccaniche, cioè attraverso una forza d'impulsione impressa alla materia dei pianeti da un corpo estraneo (si veda la nota seguente). Da questo punto di vista Buffon assume un'importanza tutt'altro che trascurabile quale mediatore fra il meccanicismo di Descartes e il sistema del mondo scoperto da Newton, prestando al primo le leggi fondamentali dell'universo rivelate dal fisico inglese e imponendo al secondo la ricchezza di problemi e l'aderenza alle cause naturali del filosofo francese. Alla genialità inventiva di Descartes si era venuta a contrapporre la rigorosità scientifica della ricerca newtoniana che aveva dato ragione di ogni movimento dell'universo: Buffon, reintroducendo attraverso cause meccaniche il problema cosmogonico, veniva a innestare nel perfetto sistema universale di Newton l'esigenza di Cartesio di risalire all'origine stessa dell'universo. Egli avrebbe costantemente perseguito in tutta la sua opera questa mediazione, per arrivare da un lato a cogliere la formazione delle cose naturali e le loro continue trasformazioni, dall'altro a determinarle non mediante una vaga per quanto geniale metafisica, ma attraverso quei princípi scientifici che avevano rivelato l'organizzazione di tutto il sistema universale.

Questa posizione sarà ripresa ed esemplarmente espressa da Kant nel passo seguente: "La figura dei corpi celesti, la meccanica secondo la quale essi si muovono e costituiscono un sistema cosmico, e cosí anche i diversi

[1] M. Milhaud, *Nouvelles études sur l'histoire de la pensée scientifique* (1911) pp. 232 sgg., cit. da P. Busco, *Les cosmogonies modernes et la théorie de la connaissance* (Parigi 1924) p. 48, n. 1.

cangiamenti a cui è soggetta in avvenire la posizione della loro orbita, tutto ciò è divenuto parte della scienza naturale, compresa con tanta chiarezza e certezza che non si potrebbe indicare neppure un'altra sola condizione che spieghi in modo cosí indubbiamente esatto e con tale evidenza un oggetto naturale. Considerando ciò, non si doveva anche finir col credere che lo stato della natura, in cui questa costruzione ebbe principio e in cui per la prima volta le furono impressi i movimenti che ora perdurano con leggi cosí semplici e concepibili, sia anch'esso piú facile a comprendersi e piú intelligibile che non forse la massima parte delle rimanenti cose di cui in natura si cerca l'origine? Le ragioni di tale supposizione sono manifeste. Tutti questi corpi celesti sono masse rotonde, per quanto si sappia, senza organizzazione e senza una recondita preparazione artificiale. La forza da cui sono tratti è, per ogni sembianza, una forza fondamentale propria della materia, e perciò non può essere spiegata, e non ne ha bisogno. Il moto di proiezione con il quale essi eseguono il loro volo, e la direzione secondo la quale è stato loro partecipato questo slancio, sono, insieme con la formazione delle loro masse, la piú fondamentale, anzi l'unica cosa di cui si han da cercare le prime cause naturali...", e attaccando direttamente Newton: "Newton fu il grande distruttore di tutti quei vortici, ai quali pure ancora per molto tempo si rimase attaccati, come si può vedere nell'esempio del celebre signor di Mairan. I sicuri convincenti argomenti della filosofia newtoniana dimostravano con evidenza che qualche cosa come dovrebbero essere i vortici, che porterebbero in giro i pianeti, non si trova punto nel cielo e che in questi spazi non vi è una corrente di tal fluido, tanto che le code delle comete proseguono indisturbate il loro movimento anche trasversalmente a tutte queste orbite. Di qui era sicuramente da concludere che, siccome lo spazio celeste ora è vuoto o infinitamente rado, non possa aver luogo alcuna causa meccanica che imprima ai pianeti il loro movimento orbitale. Ma trascurare subito tutte le leggi meccaniche e con ardita ipotesi far da Dio stesso immediatamente lanciare i pianeti a muoversi in giro legati con la loro gravità, era fare un passo troppo ampio per poter rimanere nell'àmbito della filosofia." [1]

**133** (101)** "Buffon è il solo che io sappia — scriveva nell'ultimo capitolo del suo *Sistema del mondo* il Laplace — che dopo la scoperta del vero sistema del mondo abbia tentato di risalire all'origine dei pianeti e dei

[1] I. Kant, *L'unico argomento possibile per una dimostrazione dell'esistenza di Dio* (1763), in *Scritti precritici* a cura di P. Carabellese (Bari 1953) pp. 183 sg. e 191.

satelliti. Egli suppone che una cometa, cadendo sul sole, ne abbia spinto fuori un torrente di materia che si è riunita lontano, in diversi globi piú o meno grandi e piú o meno lontani da questo astro; questi globi diventati, raffreddandosi, opachi e solidi, sono i pianeti e i loro satelliti." [1]

L'ipotesi della cometa in questa applicazione era indubbiamente originale: difficilmente si potrebbe trovare nello Whiston o nello Halley — si veda la nota 179 (135) — un'ispirazione in questo senso, benché non si possa negare che già lo Whiston aveva collegato a una cometa il problema della cosmogonia. Ricordiamo inoltre che l'idea di riferire le comete a conflagrazioni cosmiche fu diffusissima dalla fine del Seicento in poi: basta citare alcuni passi del terzo libro dei *Principia* del Newton e l'interessante *Lettre sur la comète* del Maupertuis. Newton, come ricorderà piú avanti lo stesso Buffon, aveva accennato a comete destinate a cadere nel sole, pur limitandosi ad attribuire loro la funzione di compensare le perdite di materia continuamente emessa dal sole, ma egli aveva anche parlato di un eventuale spostamento, anzi scotimento del sole nel caso che una grande cometa gli passasse molto vicina facendogli subire la sua forza di attrazione.[2] La *Lettre* del Maupertuis prendeva in considerazione e discuteva l'ipotesi dello Whiston di un incontro della coda di una cometa con l'atmosfera terrestre, e arrivava anche a prospettare un urto con la terra che ne sarebbe rimasta spezzata e distrutta.[3]

Ma qualsiasi possa essere stata la fonte parzialmente ispiratrice di Buffon, non era l'idea di una cosmogonia che veniva fuori dalle ipotesi del Newton o dalle piacevoli argomentazioni sulle comete di un buon newtoniano come il Maupertuis. Buffon osò invece attribuire a uno di questi astri vaganti, in una geniale ipotesi, l'origine stessa del sistema solare, trovando un emulo solo nel fantastico Whiston. Tuttavia egli lo superò facilmente nella verosimiglianza dell'ipotesi, con la quale venne a instaurare "un originale dualismo", come lo definisce il Busco,[4] che sarebbe poi stato risolto nell'unitaria ipotesi cosmogonica di Kant e di Laplace.

134 (102) Confronta il calcolo delle probabilità sull'inclinazione del piano dell'orbita planetaria fatto dal Maupertuis.[5]

[1] P.-S. DE LAPLACE, *Exposition du système du monde*, 4ª ed. (Parigi 1813) p. 430.
[2] NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica* cit., lib. 3, prop. 41, probl. 21.
[3] P.-L. DE MAUPERTUIS, *Lettre sur la comète*, in *Œuvres* (4 voll., Lione 1768) vol. 3, pp. 239 sg.; cfr. P. BRUNET, *Maupertuis - L'œuvre* (Parigi 1929) pp. 74-76.
[4] BUSCO, *op. cit.*, pp. 54, 62.
[5] MAUPERTUIS, *Essai de cosmologie* cit., pp. 8 sg.

135 (102) "Cometa, qui anno 1680 apparuit, minus distabat a sole in perihelio suo quam parte sexta diametri solis; et propter summam velocitatem in vicinia illa, et densitatem aliquam atmospherae, solis resistentiam nonnulla sentire debuit, et aliquantulum retardari, et propius ad solem accedere: et singulis revolutionibus accedendo ad solem incidit is tandem in corpus solis. Sed in aphelio ubi tardissime movetur, aliquando per attractionem aliorum cometarum retardari potest, et subinde in solem incidere." [1]

143 (108) L'obiezione che Buffon presagiva gli venne rivolta dal Laplace, che accettò solo in parte la prima giustificazione avanzata da Buffon (cioè l'aumento dell'accelerazione nel torrente di materia, dovuto all'impulso e all'attrazione reciproca delle parti che lo formavano), non riuscendo egli a spiegare mediante l'ipotesi dell'urto con la cometa la scarsa eccentricità delle orbite.[2]

144 (109) Sui calcoli per determinare la densità dei pianeti si veda C. Maclaurin, *Exposition des découvertes philosophiques de M. le Chevalier Newton*, traduzione francese di L.-A. Lavirotte (Parigi 1749) pp. 306 sgg.

146 (110) Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, libro 3, proposizione 8, teorema 8, corollari 3-4. Ma per l'esplicazione del passo preferiamo riportare quanto scrisse il Maclaurin: "Sembra dunque che la Terra sia piú densa di Giove, e Giove piú denso di Saturno, cioè che i pianeti piú vicini al Sole siano i piú densi, e quindi in grado di ricevere da questo astro un maggior calore. Risulta perciò dalle nostre piú accurate ricerche sulla natura, che nell'universo tutto si trova situato nel modo piú vantaggioso, e che ammirevole è la saggezza della sua disposizione. Se la Terra fosse trasportata in basso, nell'orbita di Mercurio, essa diventerebbe inabitabile, il nostro mare ribollirebbe, e ben presto le sue acque sarebbero completamente ridotte in vapore. Se essa fosse invece sollevata nell'orbita di Saturno, il mare si gelerebbe a una cosí grande distanza dal Sole e il freddo ucciderebbe le piante e gli animali. Una variazione molto minore nella distanza della Terra dal Sole spopolerebbe la zona torrida, se il nostro pianeta si avvicinasse a questo astro; il contrario si verificherebbe invece nelle zone temperate, se se ne allontanasse. In rapporto alla distanza di

[1] Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica* cit., lib. 3, prop. 42, probl. 22.
[2] Laplace, *op. cit.*, pp. 430 sg.; cfr. in proposito Busco, *op. cit.*, pp. 56-58.

Giove, in esso un minor calore è proporzionale alla sua maggiore rarefazione; se si facesse scendere questo pianeta nell'orbita della Terra, le conseguenze potrebbero essergli fatali, tanto quanto lo sarebbero per noi se scendessimo in quella di Mercurio... Abbiamo perciò giudicato necessario concludere che tutti questi corpi sono disposti in ordine e in posizioni tali che, se sopravvenisse qualche considerevole mutamento, ne risulterebbero effetti funesti. L'ipotesi di Descartes lo portava a disporre i pianeti piú densi a una maggiore distanza dal Sole, ma una filosofia fondata sull'osservazione della natura corrisponde meglio alle cause finali delle cose, e prova in qualsiasi occasione la saggezza del suo Autore." [1]

Buffon non accettava la tesi di Descartes, bensí quella di Newton sulla maggiore distanza dei pianeti dal Sole in rapporto alla loro minore densità, ma ancora una volta, per determinarne il principio causale, abbandonava Newton e le sue velleità finalistiche, per tornare alle cause meccaniche instaurate da Descartes.

**150** (113) È questo il punto di raccordo fra il sistema dei pianeti e la teoria della Terra. Si veda la prima parte dell'articolo 7 "Sulla formazione degli strati o letti di terra", pagine 229 e seguenti. Per Leibniz si vedano l'articolo 5, pagine 195 e seguente, e la nota **231** (174).

**154** (116) D'Alembert riassumeva cosí le vere e proprie vicissitudini della forma della Terra nelle supposizioni degli scienziati e nei loro successivi progressi: "... si era appena arrivati a concludere che era curva, e subito si è immaginato che fosse sferica; negli ultimi secoli si è poi ammesso... che non fosse perfettamente rotonda; si è perciò supposto che fosse elittica, perché si trattava della forma piú semplice da darle dopo quella sferica. Oggi le osservazioni e le ricerche, via via moltiplicatesi, cominciano a mettere in dubbio questa forma, e alcuni filosofi arrivano persino a sostenere che la Terra sia assolutamente irregolare." [2]

Ciò che qui ci interessa sono le questioni relative alla forma elissoidale della Terra, che vennero discusse per circa un secolo e precisamente dal 1673 fin oltre la metà del diciottesimo secolo.

Per tracciare un breve profilo della loro storia occorre risalire alla misurazione della lunghezza di un grado, eseguita nel 1670, per incarico del-

[1] C. Maclaurin, *Exposition des découvertes philosophiques de M. le Chevalier Newton*, trad. franc. di L.-A. Lavirotte (Parigi 1749) pp. 309 sg.

[2] J. d'Alembert, *Figure de la Terre*, art. nell' "Encyclopédie".

l'Accademia delle Scienze, dal Picard nel tratto fra Parigi e Amiens, ancora supponendo la perfetta sfericità della Terra.[1] Nonostante questa supposizione, l'anno seguente egli prendeva in considerazione un'ipotesi (avanzata in base a osservazioni fatte in Inghilterra, in Francia e in Italia sulla diminuzione della lunghezza dei pendoli avvicinandosi all'equatore) secondo la quale i corpi sarebbero caduti con minor velocità all'equatore che sotto i poli. Si trattava della formulazione ipotetica di quello che l'anno seguente, 1672, il Richer dimostrava sperimentalmente a Caienna, a 5 gradi dall'equatore, dove era stato inviato per incarico dell'Accademia, osservando che a quella latitudine il pendolo ritardava di 2° 28'.[2] Si pensò allora di poter concludere che l'azione della gravità era minore sotto l'equatore che a latitudini piú alte, e se ne dedusse che il raggio dal centro della Terra all'equatore era piú lungo del raggio dal centro della Terra ai poli. Si trattava della prima ipotesi sull'appiattimento della sfera terrestre: essa trovava la sua spiegazione nel fatto che la forza centrifuga, maggiore all'equatore che ai poli per la maggiore velocità di rotazione del globo, rendeva colà minore la forza di gravità e aveva determinato l'appiattimento. Huygens e Newton tentarono di calcolarlo, ottenendone ambedue una conferma teorica. Ma mentre il primo otteneva un rapporto di 1/578 fra l'asse terrestre e quello equatoriale, il secondo l'otteneva di 1/230.[3] Questa differenza piuttosto sensibile, e il fatto che i calcoli di Newton e di Huygens erano stati fondati su una serie di ipotesi che sarebbe stato necessario dimostrare, fecero sí che i loro risultati non dessero sufficienti garanzie di certezza. Si cercò quindi di passare a una determinazione per via sperimentale, cioè attraverso la misurazione di una serie di gradi che sarebbero dovuti risultare diversi se il globo terrestre non fosse stato perfettamente sferico. Le misurazioni si attuarono negli anni 1700-1718 in varie zone della Francia, in modo da ottenere la lunghezza di tutti i gradi del meridiano in Francia. Il risultato fu inaspettato, dette cioè una diminuzione dei gradi in direzione dell'equatore, con la conseguenza di far supporre sí che la Terra non avesse una forma sferica ma sferoidale, tuttavia, invece che appiattita ai poli, allungata, conclusione che venne stabilita nel 1718 nell'opera del Cassini *La grandeur et la figure de la Terre*. Quest'opera rias-

[1] J. PICARD, *Mesure de la Terre*, Mémoires de l'Académie des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699", vol. 7, pt. 1, pp. 133-90.
[2] J. RICHER, *Observations faites en l'Isle de Cayenne*, ibid., p. 320.
[3] C. HUYGENS, *Discours sur la cause de la pesanteur*, in *Œuvres complètes*, vol. 21 (L'Aia 1944) pp. 462 sgg.; NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica* cit., lib. 3, prop. 19, probl. 3.

sumeva le operazioni eseguite da lui stesso e dal padre Domenico nella misurazione dei gradi di Francia, e tale opinione fu confermata con altre esperienze nel 1733, 1734, 1736.[1] Ma i partigiani di Newton non si convinsero mai, nonostante il credito riscosso, specialmente fra i cartesiani, dalle esperienze dei Cassini. Ciò che lasciava maggiormente incerti era la possibilità di errori che nella misurazione di gradi cosí vicini, e quindi con minime differenze, potevano sensibilmente incidere. Fu deciso perciò, da parte del corpo degli Accademici, di misurare due gradi molto lontani, le cui differenze fossero tali che eventuali errori di osservazione non vi avrebbero influito. Si giunse cosí alle due famose spedizioni, quella in Lapponia della quale facevano parte il Maupertuis, il Clairaut, il Camus e il Le Monnier, che partí nel 1736 per misurare il grado di latitudine passante per il circolo polare, e quella in Perú con a capo il Bouguer e il La Condamine, che partí nel 1737 per misurare il primo grado dell'equatore. Il risultato di ambedue le spedizioni confermò l'appiattimento ai poli, e i rapporti ottenuti si differenziarono solo in minima parte da quello ottenuto teoricamente da Newton. Fu allora che sorsero i primi dubbi sulla regolarità della curva terrestre, per i quali rimandiamo alla nota **166** (124).

Rimandiamo inoltre, per una maggiore informazione sull'argomento, all'articolo di d'Alembert *Figure de la Terre* nell'Enciclopedia, nonché al lungo capitolo che vi ha dedicato P. Brunet, *Maupertuis - L'Œuvre* (Parigi 1929) pp. 89-169, e, per un'esauriente trattazione di tutti i problemi connessi, a I. Todhunter, *History of the Mathematical Theories of Attraction and the Figure of the Earth* (Londra 1873) vol. I.

**156** (117) Allusione ai cartesiani, per i quali la legge di gravità veniva determinata dal rapporto fra la forza centrifuga della materia sottile del vortice e la direzione della pesantezza verso il centro del vortice stesso, impressa dalla materia sottile ai corpi. Su questa legge si basò la prima misura dello schiacciamento dei poli, fatta da Huygens dopo che il Richer ebbe sperimentalmente constatato il ritardo del pendolo all'equatore.[2] L'allusione di Buffon non era tuttavia rivolta a Huygens, ma a coloro che assai piú recentemente avevano sostenuto la forma oblunga della Terra, in particolare probabilmente al Mairan, che in una memoria del 1720, accettati i risultati ottenuti dai Cassini con le misurazioni dei gradi del

[1] Mém. Acad. Sci. (1718) 245 sgg.; (1733) 389 sgg.; (1734) 434 sgg.; (1736) 329 sgg.
[2] Huygens, *op. cit.*, pp. 462 sg.

meridiano di Francia, aveva cercato di dar loro una spiegazione fondandosi sempre sulla direzione della pesantezza, estendendola però dal centro a un tratto dell'asse al di qua e al di là del centro stesso.[1]

158 (119) Si veda Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, libro 3, proposizione 19, problema 3.

159 (120) Il calcolo che Newton aveva dato del rapporto fra l'asse terrestre e il diametro equatoriale supponeva la Terra di forma sferoidale ellittica, supposizione che si fondava a sua volta sull'ipotesi di una massa fluida e omogenea componente originariamente la Terra. La legittimità di quest'ipotesi venne in parte dimostrata nelle "Philosophical Transactions", prima dallo Sterling e poi piú ampiamente dal Clairaut.[2] Ma fu il Maclaurin a dimostrare con assoluta rigorosità di calcolo che, supponendo la Terra formata da un fluido omogeneo e sottoposta a tutte le leggi dell'attrazione, essa doveva necessariamente prendere una forma elittica. Diamo l'enunciato del problema che il Maclaurin dimostrò nel suo scritto sulle maree, essendovi brevemente riassunte le condizioni e la soluzione del problema stesso: "In primis dicitur quaerendam est quaenam debeat esse figura terrae fluidae, cuius particulae versus se mutuo gravitant viribus inversa distantiarum ratione, duplicata decrescentibus, quaeque simul agitantur duabus viribus extraneis... Ostendemus autem figuram hujus fluidi esse accurate sphaeroidem, quae gignitur revolutionem ellipseos circa axem tranversum, si terra supponatur uniformiter densa; atque hinc calculum motus maris ac motibus coelestibus deducere conabimur." [3]

160 (120) Buffon si riferisce alla piccola deviazione di 8" che subí il filo a piombo durante le misurazioni del Bouguer e del La Condamine sul Chimborazo nel 1737. Questa deviazione, causata dall'attrazione laterale della massa della montagna sul filo a piombo, si riduceva a un valore

[1] J.-J. Dortous de Mairan, *Recherches géometriques sur la diminution des degrés terrestres en allant de l'équateur vers les pôles, où l'on examine les conséquences qui en résultent tant à l'égard de la figure de la Terre que de la pésanteur des corps et de l'accourcissement du pendule*, Mém. Acad. Sci. (1720) 59 sg., cit. da P. Brunet, *L'introduction des théories newtoniennes en France au XVIII$^{e}$ siècle* (Parigi 1931), pp. 86 sgg.

[2] A.-C. Clairaut, *Investigationes aliquot, ex quibus probetur, terrae figuram... maxime ad ellipsin accedere debere*, Phil. Trans. (1737) 19-25.

[3] C. Maclaurin, *De causa physica fluxus et refluxus maris*, in Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica* cit., vol. 3, pt. 1, p. 252.

minimo, con conseguenze pressoché nulle, nell'attrazione esercitata dall'intera massa del globo.[1]

**162** (121) Allusione all'ipotesi studiata dal Clairaut nella sua *Théorie de la figure de la Terre tirée des principes de l'hydrostatique* (Parigi 1743) circa una diversa densità della materia all'interno del globo. Si trattava di un'ipotesi fondamentalmente teorica, che il Mairan cosí spiegava: "Una massa fluida, originariamente sferica, e la forza centrifuga sono all'inizio sufficienti per farsi un'immagine di come la Terra abbia potuto trasformarsi in uno sferoide appiattito ai poli mediante la rotazione; ma via via che si acquistano nuove conoscenze, che le osservazioni della forma attuale della Terra si moltiplicano, diventano piú esatte e realizzano, per cosí dire, quanto è stato immaginato, è opportuno introdurvi nuove ipotesi, forse piú vicine alla verità, come per esempio che la Terra sia stata all'inizio una massa solida coperta da un fluido qualsiasi, o composta da strati fluidi o solidi, o infine una massa di tanti fluidi di diversa densità. Su tutte queste ipotesi si esercita il calcolo del Clairaut." [2]

**162** (122) Il rapporto di 1/175, attribuito da Buffon ai risultati delle spedizioni in Lapponia e in Perú, non è esatto: infatti solo immediatamente dopo il ritorno della spedizione dall'Europa settentrionale il rapporto comunicato fu quello di 174 a 175. Questo rapporto era stato ottenuto dal grado misurato in Lapponia e da quello di Francia del Picard: si veda la nota **154** (116). Ma dopo la correzione apportata a quest'ultimo nel 1739 (si veda la nota seguente), esso fu modificato e risultò di 1/178. I risultati della spedizione in Perú dettero invece un rapporto di 214 a 215 fra il primo grado dell'equatore e quello del polo, cosí come con quello di Francia calcolato di 57 183 tese. Il Bouguer scelse tuttavia il rapporto di 178 a 179, stabilito fra il grado dell'equatore e quello di Francia misurato dal Picard. Si vennero perciò ad avere quattro rapporti: quello teorico di Newton di 229 a 230, quello del Maupertuis di 177 a 178, quello del Bouguer di 178 a 179, e quello fra il grado dell'equatore e il grado del polo di 214 a 215[3]. Per il rapporto scelto da Buffon, si veda la nota **166** (124).

[1] P. Bouguer, *Mémoire sur les attractions et sur la manière d'observer si les montagnes en sont capables*, Mém. Acad. Sci. (1736) inserita in "La figure de la Terre" (Parigi 1749) pp. 364-94.
[2] Cit. da P. Brunet, *La vie et l'œuvre de Clairaut (1713-1765)* (Parigi 1952) p. 77.
[3] P.-L. de Maupertuis, *Éléments de géographie*, in *Œuvres* (4 voll., Lione 1768) vol. 3, pp. 28 sgg.; 43 sgg.; d'Alembert, *Figure de la Terre* cit.

165 (124) Nel 1670, per incarico dell'Accademia di Parigi, il Picard aveva misurato la lunghezza di un grado al centro della Francia, precisamente nel tratto fra Parigi e Amiens, ottenendola di 57 060 tese.[1] Si trattò della prima misurazione di un grado di meridiano condotta con rigore scientifico. Sul grado del Picard si fondarono tutte le successive ricerche attinenti la forma della Terra: ricordiamo in particolare come Newton, dopo esserne venuto a conoscenza, poté riprendere le sue ricerche sulla gravitazione universale, la cui legge egli verificò mediante la lunghezza del grado data dal Picard.[2] Dopo il ritorno degli scienziati dalla Lapponia vennero tuttavia sollevati dei dubbi circa la sua esattezza, essendo stato preso in considerazione il fatto che il Picard non aveva conosciuto o non aveva tenuto conto di fenomeni quali l'aberrazione delle stelle, la precessione degli equinozi e la rifrazione. Queste ragioni indussero, dopo aver ricompiuto le misurazioni del grado, a portarne la lunghezza da 57 060 a 56 925 tese, e poi a 57 183, misura sulla quale rimasero purtuttavia incertezze.[3] La misura del grado di Francia era importantissima perché, considerata in rapporto alle misure dei gradi ottenuti in Perú e in Lapponia, poteva modificare il rapporto dell'asse terrestre con il diametro equatoriale, e incidere sulla presunta regolarità della curva dei meridiani, come infatti si verificò.

166 (124) I primi dubbi sull'irregolarità nell'aumento e nella diminuzione dei gradi, rispettivamente verso il polo e l'equatore, vennero apertamente espressi dopo la verifica della lunghezza del meridiano di Parigi compiuta nel 1740 dal Cassini de Thury,[4] dalla quale risultò che i gradi mantenevano sí una costante diminuzione dal nord al sud, ma non uniformemente: ne conseguiva che la curva elissoidale del globo non era regolare. Il Fontenelle esprimeva nella "Histoire de l'Académie" la generale perplessità che aveva destato la cosa: "Se la Terra è non soltanto uno sferoide invece di essere una sfera, ma anche uno sferoide che non è né allungato

[1] Picard, *op. cit.* [2] Voltaire, *op. cit.*, p. 81.

[3] Tutte le questioni relative alla misura del grado di Francia del Picard si trovano nel trattato di P.-L. de Maupertuis, *Le degré du méridien entre Paris et Amiens, déterminé par la mesure de M. Picard et par les observations de MM. de Maupertuis, Clairaut, Camus, Le Monnier..., d'où l'on déduit la figure de la Terre par la comparaison de ce degré avec celui qui a été mesuré au cercle polaire* (Parigi 1740), in *Œuvres* (4 voll., Lione 1768) vol. 4. Le incertezze rimaste vennero esaminate da Ch.-M. de La Condamine, *La mesure des trois premiers degrés du méridien dans l'émisphère austral* (Parigi 1751) art. 29, pp. 246 sgg.; già pubblicato in Mém. Acad. Sci. (1746).

[4] C.-F. Cassini de Thury, *De la méridienne de Paris*, Mém. Acad. Sci. (1740).

né appiattito regolarmente e uniformemente, la questione della sua forma si complica molto e la decisione potrebbe diventare difficilissima e forse impossibile." [1] Il Maupertuis nello stesso anno reagiva piuttosto violentemente al profilarsi di questa ipotesi: "Relativamente alla questione se la Terra abbia una forma regolare, o sia piuttosto un corpo ineguale e tortuoso che presenti cavità e prominenze senza nessuna regolarità, ammettiamo che se qualcuno sostiene una cosa simile in buona fede, rifiutandosi di giudicare vuoi in base alla regolarità della figura che l'ombra della Terra gli fa vedere nelle eclissi di Luna, vuoi in base all'equilibrio delle acque nel globo della Terra, sia necessario concedergli che, se la Terra ha simili irregolarità, tutte le misure del Cassini e di coloro che sono andati al nord e all'equatore non ne faranno conoscere la forma. Nello stesso tempo bisogna ammettere che tutto ciò è compito solo della geografia e della navigazione, e che non vi è nessuna regola da stabilire né da cercare in questa scienza. Purtuttavia è risaputo che il navigante guida la sua nave là dove egli vuole e la guida con tanta maggiore sicurezza quanto piú esattamente pratica le regole della sua arte." [2] Il Bouguer e il La Condamine presero invece una posizione favorevole alla irregolarità della curva terrestre. I diversi rapporti stabiliti attraverso le misure dei gradi fra l'asse terrestre e il diametro equatoriale accrescevano i dubbi, e il Bouguer preferí scegliere il rapporto di 1/179 fondandolo appunto sull'ipotesi di una forma della Terra non perfettamente sferica.[3] Il La Condamine riassumeva cosí nel 1746 il punto al quale le ricerche sulla forma della Terra erano arrivate e i dubbi che se ne traevano circa la regolarità, fino allora sostenuta, dello sferoide: "La teoria e le misure attuali si accordano dunque a provare la ineguaglianza degli assi della Terra e il suo appiattimento ai poli: ma differiscono molto sulla quantità di questo appiattimento, e le ipotesi fin qui proposte sulla teoria della forma della Terra o sono assolutamente gratuite, o puramente geometriche, o fanno troppo violenza alle osservazioni. D'altra parte esse hanno tutte per base comune la perfetta somiglianza e l'uniformità della curva dei meridiani senza irregolarità: cosa della quale è lecito dubitare molto. Le prove sulle quali si appoggiano queste due supposizioni sarebbero sufficienti a provare l'esatta sfericità della Terra; questa opinione cosí antica e cosí universale è oggi considerata un manifesto errore che è durato fino al nostro secolo;

[1] Hist. Acad. Sci. (1740) 97, cit. dal BRUNET, *Maupertuis* cit., p. 153.
[2] MAUPERTUIS, *Éléments de géographie* cit., pp. 66 sg.
[3] D'ALEMBERT, *Figure de la Terre* cit.

evitiamo dunque oggi di abbracciarne un altro, affidandoci troppo alle congetture." [1]

Buffon si veniva a inserire in queste incertezze con questa seconda parte della "Formazione dei pianeti": attento a tutte le novità della scienza, conosceva indubbiamente a fondo ogni singolo aspetto del problema sulla forma della Terra. Ma tralasciando tutte le discussioni di carattere teorico che essa aveva sollevato, riduceva la questione ai due termini che considerava essenziali: la determinazione teorica fatta da Newton della forma della Terra, che era stata sempre confermata e che aveva costituito sempre il punto fermo di ogni successiva ricerca, e uno qualsiasi dei rapporti ottenuti dalle misure sperimentali dei gradi. Uno qualsiasi dei rapporti era infatti sufficiente a rivelare la differenza intercorrente fra il risultato ottenuto con i calcoli e quello ricavato dalle esperienze. Questi diversi risultati Buffon cercava non di conciliare sul piano teorico, ma piuttosto di giustificare attraverso una spiegazione tolta dalla storia del globo terrestre, che gli permetteva inoltre di dare le ragioni, cosí a lungo dibattute dai fisici dell'Accademia, della diversità dei vari rapporti sperimentali ottenuti fra l'asse terrestre e quello equatoriale. Questi rapporti erano risultati diversi a seconda dei gradi assunti. La teoria della Terra rivelava una serie di trasformazioni verificatesi sulla sua superficie, che non solo avevano aggiunto all'appiattimento subíto dalla sfera, nelle originarie condizioni perfette di omogeneità e di fluidità, un ulteriore sollevamento della superficie all'equatore (che veniva messo in luce nella differenza fra il rapporto teorico e quello sperimentale), ma avevano creato differenze e alterazioni di questo genere in qualsiasi punto della sua superficie. Da questo punto di vista risultava indifferente assumere, come aveva fatto Buffon, uno qualsiasi dei rapporti sperimentali, che sarebbero variati comunque, qualsiasi grado del meridiano si fosse preso, perché date le differenze presentate dalla superficie terrestre, i meridiani non erano regolari. Nello stesso tempo si poteva concludere che i fisici che discutevano per scegliere il rapporto piú esatto, correvano dietro a un'impossibile soluzione, ingannati da un'impostazione astratta del problema. Trasportata cosí tutta la questione sul piano della storia naturale, Buffon indicava la possibilità di risolvere tutte le difficoltà che essa aveva rivelato, purché si fosse mutato il punto di vista dal quale prenderle in considerazione,

[1] Ch.-M. DE LA CONDAMINE, *Extrait des opérations trigonométriques et des observations astronomiques faites pour la mesure des dégrés du méridien aux environs de l'équateur*, Mém. Acad. Sci. (1746) 1035.

rinunciando a voler fare della natura un prodotto di princípi matematici. Le ricerche a carattere puramente fisico-matematico venivano cosí a essere contrapposte a quelle fisico-naturali, che rivelavano la loro maggiore aderenza alla realtà della natura. Quest'ultima infatti, soggetta a un continuo processo di formazione e di trasformazione, non poteva essere ridotta alla rigidezza di astrazioni fissate *a priori* che, capaci di sollevare difficoltà e problemi e di risolverli in teoria, non avrebbero mai potuto costringere i processi naturali ad adattarsi alle loro soluzioni, dipendenti da condizioni ideali immutabili, estranee alla loro ricca mutevolezza: si vedano anche le note **352** (261)* e **467** (345).

Il d'Alembert avrebbe preso in considerazione nell'articolo sulla forma della Terra dell'Enciclopedia l'ipotesi di Buffon: "Il signor Buffon è il primo (che io sappia) che abbia sostenuto che la Terra presenta verosimilmente grandi irregolarità nella sua forma, e che i suoi meridiani non sono eguali." [1] Nonostante le obiezioni che opponeva a questa opinione, il d'Alembert lasciava tuttavia il problema in sospeso e lo affidava a una futura serie di nuove esperienze e osservazioni, ricordando però le inconfutabili prove che l'uso delle regole geodesiche aveva offerto soprattutto nella navigazione. A queste prove si era appellato al primo sorgere del problema lo stesso Maupertuis che, a distanza di piú di dieci anni, accettava invece le incognite offerte dal problema, influenzato forse proprio da Buffon.[2]

**168** (127) William Whiston (1667-1752), teologo e astronomo, successe a Newton nella cattedra di matematica dell'Università di Cambridge. Pubblicò opere di teologia (*Astronomical Principles of Religion Natural and Revealed*, Londra 1717), di matematica, fisica, astronomia (*Praelectiones physico-mathematicae*, 1707); curò inoltre la pubblicazione delle opere di Euclide (1703-10). La *New Theorie of the Earth, from its Original, to the consummation of all Things*, venne pubblicata per la prima volta nel 1696; l'edizione citata dal Buffon è la seconda; la terza si ebbe nel 1724.

**171** (129) Lo Whiston tentava in verità di risalire a una completa visione cosmogonica — si veda la nota **133** (101)** — traendo ispirazione per le

[1] D'Alembert, *Figure de la Terre* cit.
[2] P.-L. de Maupertuis, *Lettre sur le progrès des sciences*, in *Œuvres* (4 voll., Lione 1768) vol. 2, pp. 404-07.

sue ipotesi dalla nuova fisica del mondo instaurata negli ultimi decenni del Seicento, quella newtoniana (si vedano le due note seguenti).

173 (131) "Orbem jam descriptum spectanti et reliqua cometae hujus phaenomena in animo revolventi, haud difficulter constabit, quod corpora cometarum sunt solida, compacta, fixa ac durabilia ad instar corporum planetarum. Nam si nihil aliud essent quam vapores vel exhalationes terrae, solis et planetarum, cometa hicce in transitu suo per viciniam solis statim dissipari debuisset. Est enim calor solis ut radiorum densitas, hoc est, reciproce ut quadratum distantiae locorum a sole. Ideoque cum distantia cometae a centro solis decemb. 8 ubi in perihelio versabatur, esset ad distantiam terrae a centro solis ut 6 ad 1000 circiter, calor solis apud cometam eo tempore erat ad calorem solis aestivi apud nos ut 1 000 000 ad 36, seu 28 000 ad 1. Sed calor aquae ebullientis est quasi triplo major quam calor quem terra arida concipit ad aestivum solem, ut expertus sum: et calor ferri candentis (si recte conjector) quasi triplo vel quadruplo major quam calor aquae ebullientis; ideoque calor, quem terra arida apud cometam in perihelio versantem ex radiis solaribus concipere posset, quasi 2000 vicibus major quam calor ferri candentis. Tanto autem calore vapores et exhalationes, omnisque materia volatilis statim consumi ac dissipari debuissent. Cometa igitur in perihelio suo calorem immensum ad solem concepit, et calorem illum diutissime conservare potest. Nam globus ferri candentis digitum unum latus, calorem suum omnem spatio horae unius in aëre consistens vix amitteret. Globus autem major calorem diutius conservaret in ratione diametri, propterea quod superficies (ad cujus mensuram per contactum aeris ambientis refrigeratur) in illa ratione minor est pro quantitate materiae suae calidae inclusae. Ideoque globus ferri candentis huic terrae aequalis, id est, pedes plus minus 40 000 000 latus, diebus totidem, et idcirco annis 50 000, vix refrigesceret. Suspicor tamen quod duratio caloris, ob causas latentes, augeatur in minore ratione quam ea diametri; et optarim rationem veram per experimenta investigari." [1]

175 (132) "Porro notandum est quod cometa mense decembri, ubi ad solem modo incaluerat, caudam emittebat longe majorem et splendidiorem quam antea mense novembri, ubi perihelium nondum attigerat. Et universaliter caudae omnes maximae et fulgentissimae e cometis oriuntur statim

[1] Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica* cit., lib. 3, prop. 41, probl. 21.

post transitum eorum per regionem solis. Conducit igitur calefactio cometae ad magnitudinem caudae. Et inde colligere videor quod cauda nihil aliud sit quam vapor longe tenuissimus, quem caput seu nucleus cometae per calorem suum emittit." [1]

**179** (135) Nell'elogio di Edmund Halley pronunciato davanti all'Accademia nel 1742 dal Mairan, si può leggere il seguente passo: "La spiegazione fisica del diluvio universale mediante l'incontro di una cometa, la cui coda o atmosfera acquosa inondò il nostro globo, e che è stata cosí bene adoperata dallo Whiston nella sua *Nuova teoria della Terra*, appartiene originariamente allo Halley, come risulta da due memorie su questo argomento che egli consegnò alla Società reale fin dall'anno 1694 e che sono state stampate per ordine di questa Compagnia nel 1724." [2] Nelle "Philosophical Transactions" della Società reale di Londra, in data maggio-giugno 1724, si trovano infatti pubblicate due brevissime memorie dello Halley, precedute dal seguente Avvertimento del segretario della Società: "Queste memorie, che trent'anni fa sono state lette davanti a questa Società, vennero allora depositate dall'autore negli archivi della Compagnia senza pubblicarle, temendo di essersi in esse spinto troppo oltre e di esporsi per alcune espressioni poco misurate alla censura degli ecclesiastici. Non sarebbero state pubblicate nemmeno ora, se i Commissari della Società non lo avessero desiderato, avendo ritenuto questi due lavori non indegni della stampa. Si prega il lettore di osservare che il libro del signor William Whiston, intitolato *Nuova teoria della Terra*, fu pubblicato solo diciotto mesi dopo che queste due memorie erano state lette, e che la sua opera fu presentata alla Società reale solo il 2 giugno 1696." Le memorie dello Halley erano state lette rispettivamente il 12 e il 19 dicembre 1694. La pubblicazione, che tendeva evidentemente a risollevare una questione di priorità, dovette essere occasionata dalla terza edizione dell'opera dello Whiston, che comparve proprio nel 1724.

Nella prima memoria lo Halley aveva ipoteticamente collegato una passata conflagrazione terrestre, di cui si trovavano visibili tracce nei corpi animali trovati pietrificati e in perfetto stato naturale nell'interno della Terra, con le osservazioni da lui avanzate qualche tempo prima, sempre nella rivista della Società, circa l'eventuale urto di una cometa o di qualche altro corpo con la Terra. Egli aveva allora dimostrato che ne sarebbe derivato uno spostamento dell'asse della Terra e un ritiro del mare dalle

[1] Ibid. [2] J.-J. Dortous de Mairan, *Éloge de Halley*, Hist. Acad. Sci. (1742) 185.

zone vicine ai poli. "Ma allora non feci caso — scriveva nella memoria del 1694 — alla violenta agitazione che questo urto avrebbe prodotto nel mare, scossa che sarebbe sufficiente a determinare il sorprendente fenomeno di ammucchiare grandi quantità di terra e di formare alte colline sopra strati di conchiglie che erano prima nel fondo del mare, e montagne dove non ve ne erano affatto, cadendo gli elementi in una confusione e in un disordine simile al Caos dei poeti." L'ipotesi della cometa era indubbiamente molto, troppo simile a quella dello Whiston, ma non si può dire la stessa cosa per il rispetto e l'adeguamento alle Sacre Scritture. L'accettazione del racconto biblico da parte dello Halley fu puramente formale: lo scienziato inglese non lo considerava che un documento storico estremamente parziale e imperfetto, dal quale si potevano trarre le piú varie conclusioni.

La seconda brevissima memoria, con la sua tortuosissima giustificazione di non voler interferire sulla genesi biblica, ci conferma l'interesse puramente scientifico che lo Halley aveva per la questione, di cui del resto egli si interessò solo in questo caso, del tutto occasionalmente.[1] Ambedue queste ragioni possono avere indotto Buffon a trascurare l'ipotesi dello Halley.

180 (136)* Thomas Burnet (1635-1715), maestro alla Scuola delle Carte di Londra, teologo, segretario di Guglielmo III. La *Telluris theoria sacra*, pubblicata per la prima volta a Londra nel 1681, ebbe numerosissime riedizioni: la seconda edizione fu pubblicata nel 1689, la terza nel 1702; nel frattempo essa venne pubblicata anche ad Amsterdam in due successive edizioni (1694 e 1699), con un'aggiunta: *Archaelogiae philosophicae, sive doctrina antiqua de rerum originibus.* Nel 1684 si ebbe la prima edizione della traduzione inglese (2ª ed. 1691, 3ª ed. 1697, 4ª ed. 1719, 5ª ed. 1722, 6ª ed. 1726). Essa ebbe anche una traduzione tedesca (Amburgo 1703).

180 (136)** Whiston e Warren.

181 (136) "Mai tante ricerche, tanta erudizione, tante conoscenze, tanto spirito e talento furono cosí male impiegati."[2]

[1] "Bibliothèque angloise, ou Histoire littéraire de la Grande Bretagne", a cura di A. de la Chapelle (Amsterdam, 1725) pp. 335-50. In questa Biblioteca si davano regolarmente gli estratti delle "Philosophical Transactions" della Società reale di Londra: le due memorie dello Halley vi sono integralmente riprodotte, insieme all'avvertimento del segretario della Società, in una traduzione francese.

[2] D. Diderot, *Philosophie mosaïque chrétienne*, art. nell' "Encyclopédie".

**183** (139) John Woodward (1665-1728), professore di fisica al Gresham College, membro della Società reale di Londra e del Collegio dei Medici. I suoi interessi furono numerosi e andarono dalla fisica alla medicina e alla geologia. Il suo *An Essay toward the Natural History of the Earth, and Terrestrial Bodies, especially Minerals... with an Account of the Universal Deluge*; *and of the Effects that it had upon the Earth*, venne pubblicato per la prima volta a Londra nel 1695; ebbe una seconda edizione nel 1702 e una terza nel 1723; ancora un'edizione nel 1726. La traduzione in latino dello Scheuchzer uscí nel 1704 sotto il titolo di *Specimen geographiae physicae, quo agitur de terra et corporibus terrestribus speciatim mineralibus*; *necnon mari, fluminibus et fontibus...*, ed ebbe vasta diffusione. Nel 1714 comparve una nuova traduzione latina. Nel 1735 il Noguez lo tradusse in francese e nel 1739 si ebbe anche una traduzione italiana.

**185** (140) La parte scientifica dell'opera del Woodward, riguardante le osservazioni sulla stratificazione sedimentaria dei terreni, fu la fonte piú consultata e piú citata da Buffon su questo argomento.

Il saggio del Woodward fu una delle opere, se non l'opera, che maggiormente contribuí a diffondere la conoscenza delle teorie geologiche e dei parziali risultati scientifici che esse avevano raggiunto e che erano stati accettati: si veda la nota **81** (63). Del resto si deve constatare che nella prima metà del Settecento né in Inghilterra né in Francia né in Italia si fecero passi avanti in materia. Le stesse osservazioni dei Jussieu e Réaumur [1] non scoprirono nulla di nuovo; esse servirono soltanto a confermare quanto era già stato scoperto e a metterne in risalto aspetti piú o meno particolari, specialmente in relazione ai fossili marini. Delle osservazioni del Woodward che Buffon dichiara qui esatte, piú tardi, nelle "Aggiunte", rifiuterà quella sull'esistenza delle conchiglie sopra le piú alte montagne: si veda la nota **297** (222).

**186** (141) Ritroviamo ampiamente svolte tutte le obiezioni generali e particolari che Buffon indirizza contro la teoria diluviana del Woodward nel *De' corpi marini che su' monti si trovano* del Vallisneri, opera pubblicata nel 1721, che Buffon ebbe senza alcun dubbio continuamente presente e alla quale si ispirò in piú casi pur senza mai citarla.[2]

[1] Mém. Acad. Sci. (1718) 287 sgg., (1720) 100 sgg., (1721) 69.
[2] Vallisneri, *op. cit.*, pp. 54-57.

192 (145) "... lascio esaminare ai fisici che cosa accadrebbe all'avvicinarsi di simili corpi, o in un loro contatto o addirittura in un loro urto, cosa che non è affatto impossibile (vedi Halley, Phil. Trans. N. 192)... In questa varietà di movimenti è facile accorgersi come sia possibile che una cometa incontri qualche pianeta o addirittura la nostra Terra lungo la sua strada; non si può mettere in dubbio che non accadrebbero cose terribili. Anche se si avvicinassero soltanto l'una all'altra, si verificherebbero necessariamente grandi mutamenti nei loro movimenti, sia che questi cambiamenti fossero causati dall'attrazione che verrebbero ad esercitare l'uno sull'altro, sia che fossero causati da qualche fluido loro frapposto. Un autore molto geniale ha fatto ricerche ardite e originali intorno a questa cometa, che secondo lui potrebbe bruciare la Terra. Risalendo indietro nel tempo dall'anno 1680, epoca nel quale essa apparve, egli trova una cometa nel 1106, una nel 531 o 532, e una alla morte di Giulio Cesare, 44 anni prima di Gesú Cristo. Questa cometa, che con molta probabilità può essere considerata sempre la stessa, avrebbe i suoi periodi di circa 575 anni, e il settimo periodo prima del 1680 cadrebbe proprio nell'anno del Diluvio. Da tutto quello che abbiamo detto prima è facile rendersi conto come l'autore possa spiegare tutte le circostanze che avrebbero accompagnato questo avvenimento... Se tutti i suoi pensieri perciò sono arditi, essi tuttavia non sono contrari alla ragione..." [1]

193 (146) Louis Bourguet (1678-1742), naturalista, archeologo, numismatico. Nel 1715 aveva pubblicato una *Dissertation sur les pierres figurées*, nel 1729 le *Lettres philosophiques sur l'origine et la formation des sels et des cristaux, et sur la génération organique des plantes et des animaux, à l'occasion de la pierre belemnite et de la pierre lenticulaire, avec un Mémoire sur la théorie de la Terre*. Il suo *Mémoire sur la théorie de la Terre* era un ambizioso progetto per una grande opera geologica, che avrebbe dovuto abbracciare il passato, il presente e il futuro, e fornire anche una breve esposizione storica delle varie opinioni e dei diversi sistemi sulla teoria della Terra. Il progetto rivelava ardite intuizioni e geniali osservazioni, che saranno poi riprese e applicate da Buffon. Il Bourguet era stato per un certo periodo di tempo discepolo del Leibniz; a documentare questo legame, mantenutosi anche in seguito, sono rimaste alcune lettere del Leibniz.

[1] MAUPERTUIS, *Lettre sur la comète* cit., pp. 232-40.

**195** (147) La *Protogaea*, cui allude Buffon, è solo quel breve piano che Leibniz aveva dato della sua opera negli "Acta Eruditorum" del 1693 (la data di pubblicazione che qui ne dà il Buffon è sbagliata, ma probabilmente si tratta di un errore di stampa, confronta pagina 50). Nelle intenzioni dell'autore la *Protogaea* avrebbe dovuto costituire il preambolo a quegli *Annales brunswigenses* di cui Leibniz era stato incaricato dal duca di Brunswick. "Una conoscenza anche superficiale delle grandi cose ha il suo valore — scriveva Leibniz nella prima pagina di questo suo lavoro; — così per risalire all'origine piú lontana del nostro stato, noi faremo alcune osservazioni sull'originaria configurazione della Terra, sulla natura del suolo e su ciò che esso contiene." Gli *Annali* non andarono mai oltre questa interessante operetta, che venne però pubblicata solo trent'anni dopo la morte dell'autore, precisamente nel 1749, cioè nell'anno stesso in cui veniva pubblicata questa teoria della Terra di Buffon. Essa comparve col titolo di *Protogaea, sive de prima facie telluris et antiquissimae historiae vestigiis in ipsis naturae monumentis dissertatio*, ex schedis manuscriptis viri illustris in lucem edita a Christiano Ludovico Scheido (Gottinga 1749). Contemporaneamente ne venne data alle stampe, sempre curata dallo Scheidt, una traduzione tedesca (Lipsia 1749).[1] Comunque, quando Buffon scriveva la teoria della Terra, egli conosceva senz'alcun dubbio solo quanto era stato pubblicato negli "Acta Eruditorum".

**197** (148) Si vedano le note **129** (98) e **231** (174).

Contrariamente a quanto è stato sostenuto,[2] non daremmo molto valore a questa ostentata professione di fede da parte di Buffon sull'unità di creazione, cui è molto verosimile che fin da allora Buffon non credesse.

**198** (149) Le opere che qui Buffon attribuisce a uno dei due fratelli Scheuchzer (Johann e Johann Jakob; medico-botanico il primo, naturalista il secondo) sarebbero invece da attribuirsi la prima a Johann, le altre due a Johann Jakob, come risulterebbe da alcune precisazioni della "Histoire de l'Academie".[3] In genere esse vennero sempre attribuite a Johann Jakob (1672-1733). La loro diffusione fu enorme. Il *Piscium querelae* risale al 1708; la *Physica sacra*, in ben otto volumi, al 1731-35 (traduzione francese 1732-37).

[1] C. Pécaut, *L'œuvre géologique de Leibniz*, Rev. gén. Sci. (1951) 283.
[2] J. Piveteau nel vol. da lui curato *Œuvres philosophiques de Buffon* (Parigi 1954) p. 87, n. 12.
[3] Ibid., p. 86, n. 14.

Altre opere degli Scheuchzer, sempre attinenti questo argomento: *Herbarium diluvianum* (1709), e *Historiae naturalis Helvetiae prodromus* (1716).

**198** (150)* Niels Steensen (1638-87), celebre anatomista danese, dalla vita travagliatissima. Venuto in Italia, fu accolto alla corte dei granduchi di Toscana, dove passò i suoi giorni migliori. In Toscana compí le sue interessantissime ricerche sulla formazione dei terreni, pubblicando nel 1669 un'opera fondamentale che precorse le piú importanti scoperte geologiche: *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus*, che ebbe in breve tempo diverse edizioni e che fu tradotta due anni dopo in inglese. Stenone incontrò Leibniz, al quale probabilmente comunicò i suoi interessi e le sue idee in fatto di geologia.

**198** (150)** John Ray (1627-1705), celeberrimo botanico inglese e professore di teologia a Cambridge. I suoi Discorsi (*Three physico-theological Discourses*, 1692) riuniscono alcune lezioni e conferenze sulla geologia, tenute appunto dalla sua cattedra universitaria. Sullo stesso argomento scrisse anche un'altra opera: *The Wisdom of the God manifested in the Works of the Creation* (1691). Innumerevoli le riedizioni di ambedue le opere, che furono tradotte in francese nel 1714 e nel 1729.

**203** (153) Le critiche che Buffon rivolge alle teorie geologiche esposte in questo articolo 5 sono sostanzialmente due, quella contro autori sistematici come il Leibniz e il Bourguet, e quella contro i sostenitori del diluvio universale.

Sulla posizione della sua teoria della Terra in confronto ai sistemi geologici che l'avevano preceduta, si veda la nostra introduzione, pagine XXV-XVII. In particolare osserviamo qui che nell'ultima parte di questo articolo ritroviamo il principio applicato da Buffon nella conoscenza in generale per rendere libero dalle cause finali l'intelletto umano, ed è qui volto a spezzare il rapporto che i teologi stabilivano fra le trasformazioni subíte e rivelate dalla Terra e il diluvio universale. Se essi avevano creduto di impedire il tentativo di una ricostruzione della lenta formazione della Terra attraverso cause puramente naturali, facendo intervenire la diretta volontà divina operante queste cause naturali in circostanze eccezionali Buffon dimostra loro abilmente come in realtà sia la volontà divina a rimanere imbrigliata nelle contraddizioni che sorgono dalla *contaminatio* del naturale e del soprannaturale.

Diretti e aspri attacchi erano già stati diretti contro i sostenitori del diluvio soprattutto dal Vallisneri e dal Maillet. A essi, specialmente al primo, si ispirò senza alcun dubbio Buffon nel mettere in rilievo le contraddizioni delle loro spiegazioni fisiche. Con questa radicale critica del Nostro la polemica può considerarsi conclusa ed esaurita: la teoria della Terra segna l'ormai indipendente affermazione delle sole cause naturali.

204 (154) Con questo articolo intitolato "Geografia", strettamente unito ai seguenti, Buffon non intende affrontare tale materia né darne un saggio per quanto limitato, bensí collegare con la scienza geografica una serie di problemi che le erano rimasti sino allora estranei o che l'avevano interessata solo occasionalmente o da punti di vista puramente descrittivi, senza formare un corpo di scienza con essa direttamente connesso. La geologia non era mai stata trattata fino ad allora in rapporto al complesso totale delle parti e dei fenomeni della Terra, mentre essa riguardava proprio la storia di queste parti e di questi fenomeni. È facile constatare come l'interesse per la scienza geologica avesse albergato in studiosi di mineralogia, in astronomi, in chimici, nei naturalisti in genere, o addirittura nei teologi piuttosto che nei geografi. La geografia era pertanto rimasta una scienza puramente descrittiva sia dei vari aspetti che presentava la Terra (intendiamo riferirci a quella parte di geografia denominata da Varenio "terrestre" e nel Settecento "fisica" o "naturale") sia dei mutamenti che essa poteva presentare.[1] D'altra parte quanti si interessarono di geologia non collegarono le loro ricerche ai fenomeni piú generali della natura, ai fenomeni cioè che piú direttamente e piú comunemente si verificano sulla superficie della Terra e sono in stretta relazione con le sue modificazioni — si veda la nota 99 (76) — e non tennero conto dei dati che la geografia descrittiva poteva mettere a loro disposizione. L'àbbandono del fatto macroscopico ed eccezionale, e la dimostrata riconducibilità della storia della Terra a una serie di cause attuali, veniva a facilitare questo rapporto fra geografia e geologia, e tale rapporto troviamo ampiamente svolto per la prima volta nella teoria della Terra di Buffon e nelle prove che egli vi unisce.

Questo nuovo impiego dei dati geografici coincideva con un'importante trasformazione nel campo della geografia propriamente detta, essenzial-

[1] Cfr. B. Varenio, *Geographia generalis* (1ª ed., Leida 1750) cap. 18: "De mutatione et generatione locorum aridorum et aquarum telluris".

mente interessata da cinquant'anni circa alla cartografia: il Buache introduceva le carte a rilievo — si veda la nota **451** (333); — "primo passo — come sarebbe stato scritto — verso il vero metodo scientifico che fonda la geografia non piú sulla linea astratta, ma sulla forma reale e sul rilievo di ciascuna regione, punto di partenza dei rapporti eterni fra la terra e l'uomo".[1] È di per se stesso evidente il contributo che la geologia poteva apportare a questo rinnovamento dei criteri geografici.

**207** (156) nota Queste due carte vennero redatte sul mappamondo del Senex, come avrebbe dichiarato Buffon stesso alcuni anni dopo nelle "Aggiunte".[2]

**211** (159) Per i diversi rapporti che secondo Buffon si possono stabilire fra l'uomo e la natura, si vedano i seguenti volumi della *Storia naturale*: vol. 12 (1764) pp. I-XVI, vol. 13 (1765) pp. I-XX.

**213** (161) Si veda P.-L. de Maupertuis, *Lettre sur le progrés des sciences*, in *Œuvres* (4 voll., Lione 1768) vol. 2, pp. 378-86.

**215** (162) L'attuale Mar Glaciale Artico.

**216** (162) L'attuale Ob e l'attuale Jenissei.

**218** (164)* L'attuale isola di Yezo o Hokkaido. Si veda la nota **384** (284).

**218** (164)** La ricerca del passaggio di nord-est, cioè di un passaggio al nord per andare dall'Europa alla Cina, la via delle Indie attraverso il Mar Glaciale Artico, fu tentato insistentemente per circa un secolo dalla seconda metà del Cinquecento alla seconda metà del Seicento. Il Barents, per ricordare le piú importanti spedizioni, cercò questo passaggio attraverso lo stretto di Vajgač (Vaigach), rimanendo bloccato dai ghiacci nella Nuova Zembla a 76° 7′ di latitudine nord. Dal 1607 al 1611 lo Hudson tentò di aprirsi una via verso l'est, dirigendosi prima dalla Groenlandia al polo e riuscendo a scoprire solo lo Spitzberg, poi passando fra lo Spitzberg e la Nuova Zembla, e infine fra la foce dell'Ob e lo stretto di Vajgač, ma

[1] L. VIVIEN DE SAINT-MARTIN, *Histoire de la géographie* (Parigi 1873) p. 428.
[2] *Suppléments à l'Histoire naturelle*, vol. 5 (1778) p. 261.

rimase sempre bloccato dai ghiacci. Altri isolati tentativi furono ripetuti fino al 1676, finché l'impresa fu abbandonata per un secolo.[1]

Le informazioni del Buffon sono tratte dal "Recueil de voyages au nord, contenant divers mémoires très utiles au commerce et à la navigation" a cura di F. Bernard, che ebbe una prima edizione nel 1716 (Rouen), una seconda l'anno seguente (Amsterdam), e una terza molto ampliata nel 1731 (Amsterdam). La raccolta conteneva infatti, oltre numerosissime relazioni di viaggi in Groenlandia, in Islanda eccetera, anche la narrazione di tutti i tentativi compiuti per trovare il passaggio a nord-est.

**224** (168)* L'esplorazione dell'Africa incontrò enormi difficoltà e non cominciò prima della fine del diciottesimo secolo. Gli ostacoli opposti dal deserto, dalla compattezza del continente, dalle coste che non presentavano frastagliature, dalle foreste, dal clima, dalle popolazioni eccetera, impedirono la penetrazione, benché le coste fossero state piú volte risalite e fosse ben conosciuta, in particolare, la fascia costiera dall'Egitto alla Nigeria, come attestano le numerosissime relazioni di viaggio scritte dal Cinquecento in poi sulla Tunisia, Algeria, Marocco, Barberia eccetera. L'unica zona nella quale gli esploratori si erano spinti fin dal Seicento (e forse ancora prima) era quella del Senegal e del Gambia, il cui corso era stato in parte risalito, rispettivamente dai Francesi e dagli Inglesi. I Francesi specialmente, attirati dalla fama della ricchezza aurifera dell'entroterra, avevano compiuto varie spedizioni fino alla fine del Seicento, riuscendo a risalire un buon tratto del Senegal. Fu proprio questa regione che alla fine del Settecento venne giudicata piú facilmente accessibile (e di qui cominciarono le prime esplorazioni africane), per una lunga tradizione che si riaffaccia anche in Buffon. Egli doveva indubbiamente conoscere la *Nouvelle relation de l'Afrique occidentale, contenant une description exacte du Sénegal et des pays situés entre le Cap-Blanc et la rivière de Sierra Lionne jusqu'à plus de trois cents lieues dans les terres...* del padre Labat, pubblicata a Parigi nel 1728. In essa l'autore aveva dato la storia delle compagnie di commercio che avevano operato nella zona, e offerto ampi particolari sulla marcia compiuta dagli Arabi e dai Mauri per procurarsi l'oro nell'interno e portarlo sulla costa.

[1] P.-J. CHARLIAT, *Histoire universelle des explorations*, vol. 3 (Parigi 1957) p. 43. Cfr. anche G. DAINELLI, *La conquista della terra* (Torino 1950) p. 334.

**224** (168)** Si veda J.-B. d'Anville, *Analyse géographique de l'Italie* (Parigi 1744) p. xv.

**231** (174) Come abbiamo già accennato alla nota **150** (113), è questo il punto di raccordo fra la teoria della Terra e il sistema dei pianeti: l'ipotetica esistenza, cioè, di una massa vetrificata che formi il nucleo centrale della Terra, ultima conseguenza che Buffon trae dalla sua ipotesi cosmologica.

L'idea e le prove ad essa relative sono tolte dalla *Protogaea* di Leibniz, o meglio dal piccolo abbozzo che egli ne dette negli "Acta Eruditorum". Se già nel primo articolo delle Prove Buffon dichiarava la sua identità di vedute con Leibniz, nelle "Epoche della natura", a proposito dell'opera completa che ormai conoscerà (la *Protogaea* pubblicata nel 1749), egli concederà a Leibniz la priorità dell'ipotesi: "Tutte le materie del globo appartengono alla natura del vetro. Questa generale verità, che possiamo dimostrare attraverso l'esperienza, è stata supposta dal Leibniz, filosofo il cui nome farà sempre grande onore alla Germania." [1]

Ispirandosi a Descartes,[2] Leibniz negli "Acta Eruditorum", aveva supposto che la Terra e i pianeti fossero in origine piccoli Soli raffreddatisi e diventati opachi. Al momento del raffreddamento i vapori che circondavano la Terra si sarebbero trasformati in acqua e sarebbero ricaduti su di essa coprendola interamente. Nella *Protogaea* pubblicata nel 1749, questo abbozzo di sistema veniva ampiamente trattato.

Buffon criticò il sistema come tale (cfr. pp. 195 e 197). Un confronto con la *Protogaea* ci permette però di stabilire l'assoluta identità fra le ipotesi in essa avanzate — relative al nucleo di vetro, al raffreddamento subíto dalla sfera e alla successiva caduta dei vapori trasformatisi in pioggia sopra la sua superficie — e quelle esposte in queste pagine da Buffon. La fondamentale differenza sulla quale egli insiste, per criticare Leibniz e per permettersi di inserire le stesse idee nelle "Prove della teoria della Terra", è che per lui quest'originaria formazione del globo terrestre è solo un'ipotesi. A questa assunzione ipotetica Buffon si limita a collegare una serie di osservazioni sulla natura delle materie formanti gli strati superficiali della sfera, e a far notare che esse sembrano confermare l'ipotesi.

[1] Buffon, *Suppléments à l'Histoire naturelle*, vol. 5 (1778) p. 501.

[2] A. Daubrée, *Descartes, l'un des créateurs de la cosmologie et de la géologie*, J. Savants, marzo-aprile 1880.

Sarà questo il punto di partenza per gli esperimenti sul calore e sul raffreddamento dei corpi e per le osservazioni sui minerali cui egli si dedicherà negli anni successivi, finché nelle "Epoche della natura" porrà al centro del suo nuovo sistema geologico questa stessa ipotesi non piú, però, presentata come tale, perché ormai confermata dall'esperienza.

**235** (176) Si veda la nota **258** (194). Si veda l'*Histoire des minéraux*, vol. I (1783) "De la terre végétale".

**244** (184) Si veda la nota **297** (222).

**246** (186) Quest'opinione si appoggiava sul fatto che le montagne fossero state formate fin sulle cime dalla sedimentazione. Si veda la nota **324** (241).

**251** (189) È la relazione del Fontenelle su alcune tesi sostenute dal Geoffroy, *Sur l'origine des pierres*, Hist. Acad. Sci. (1716) 8 sg.

**252** (190) Il Marsili aveva riscontrato questa identità fra i banchi stratificati della Spagna e dell'Africa.[1] Si veda la nota **447** (331).

**256** (192) Si veda l'articolo 4, pagina 185.

**258** (194) Sarà questo l'ordine di formazione e di deposito delle diverse materie formanti il globo terrestre che Buffon svilupperà parecchi anni piú tardi nei *Supplementi* ("Epoche della natura") e nella *Storia dei minerali*. Buffon cerca di dimostrare con qualche esempio la non gratuità — secondo le sue stesse parole — dell'ipotesi qui avanzata, da riconnettere solo come tale alla teoria della Terra. Sono i primi tentativi per stabilire un rapporto, piú tardi cosí fecondo, fra geologia e mineralogia. Trasformatasi l'ipotesi in certezza attraverso molteplici esperienze e osservazioni, alcune decine di anni dopo Buffon si esprimerà in questi termini nelle bellissime pagine contenenti una riassuntiva descrizione della genesi dei minerali: "Io credo di dover dare, quale ricapitolazione, l'ordine successivo della genesi o filiazione delle materie minerali, al fine di tracciare in sintesi il cammino della natura e di spiegare i rapporti generali, di cui ho presentato il quadro e la disposizione metodica nel volume precedente e in base ai quali si potrà

[1] L. F. Marsili, *Histoire physique de la mer* (Amsterdam 1725) p. 12.

d'ora in poi classificare tutti i prodotti della natura appartenenti a questo genere, in rapporto alla loro origine." [1]

La *Storia dei minerali* fu giudicata nell'Ottocento la parte piú debole dell'opera del Buffon; [2] non ci interessa in questa sede il giudizio sul valore scientifico dell'opera, ma sul piano della valutazione storica dobbiamo riconoscere che essa ha un'importanza tutt'altro che trascurabile, non solo perché, come scriveva il Launay all'inizio del nostro secolo, "vi è un abisso fra di essa e tutte le opere del quindicesimo e sedicesimo secolo, che riservavano il posto migliore alle virtú medicinali dei minerali", ma soprattutto perché essa riassume la serie di conoscenze che si erano da secoli venute accumulando in questa materia e costituisce il primo "vero trattato di geologia applicata".[3] Non è perciò possibile trascurarla da parte di chi pretenda arrivare a una sufficiente comprensione non tanto di questo primo saggio geologico di Buffon, quanto delle *Epoche della natura.*

Qui sono altri gli interessi dominanti, sono diversi i problemi che Buffon cerca di affrontare e di risolvere: la scienza dei minerali vi appare nel segno dell'ipotesi e come programma di future ricerche; ma tale programma non sarà mai compiutamente adempito. Delucideremo alcuni dei concetti relativi alla mineralogia, accennati o brevemente svolti da Buffon qui e in seguito, con rimandi o citazioni dalla *Storia dei minerali.*

**261** (196) Si veda l'*Histoire des minéraux*, vol. I (1783) "Des argiles et des glaises", pp. 150-74.

**263** (197) Allusione al Réaumur e alla sua memoria *Sur la nature et la formation des cailloux*, Mém. Acad. Sci. (1721) 257 sgg.

**265** (200) Si vedano le pagine 77 e seguenti e la nota **81** (63).

**266** (201) Per il credito che ancora alla fine del Seicento e agli inizi del Settecento manteneva la credenza nei "giuochi di natura", si vedano: Nouvelles de la Republique des Lettres (1686); Hist. Acad. Sci. (1703) 27; le pagine che vi dedica il Mornet, *Les sciences de la nature en France au XVIII^e siècle* (Parigi 1911) pp. 18 sgg. Contro i giuochi di natura scrissero nei primi anni del Settecento l'Astruc, Mémoires de Trevoux (marzo 1708)

[1] *Histoire naturelle des minéraux*, vol. 4 (1786) p. 433.
[2] CUVIER, *Buffon* cit.
[3] L. LAUNAY, *La science géologique - Ses méthodes, son histoire* (Parigi 1905) p. 62.

506, il Bourguet, *Dissertation sur les pierres figurées* (1715), il Barrère, *Observations sur l'origine et la formation des pierres figurées* (Parigi 1746).

**267** (201) Bernard Palissy (1510?-90?), singolare figura di artigiano e naturalista. Celebre per le sue *poteries* che riuscí a ottenere dopo infiniti tentativi, disegnatore di carte topografiche, dotato del piú acuto spirito di osservazione, si avvicinò in un primo tempo all'alchimia, apprendendone gli elementi per combatterla in seguito contrapponendole un tipo di ricerca votata al piú completo sperimentalismo che lo condusse ad acute, spesso esatte conclusioni sui vari fenomeni naturali. Convertito al protestantesimo, scampò miracolosamente alla notte di san Bartolomeo. Fondò a Parigi il primo gabinetto di storia naturale, dandone anche una descrizione. Negli anni 1575 e 1576 tenne pubbliche lezioni di storia naturale e di fisica, rimaste celebri per essere egli stato ascoltato dai piú sapienti dotti della Parigi di allora.

Interessatissimo a questioni di chimica ma soprattutto di mineralogia, rifiutò costantemente l'ipotesi che le pietrificazioni fossero giuochi di natura, e le ritenne fin dai primi ritrovamenti vere e proprie spoglie di animali marini. Non fu invece altrettanto sicuro nel determinare le cause della loro presenza nei terreni: inizialmente l'attribuí ai resti di pesci mangiati dagli uomini, e solo in seguito avanzò ipotesi meno ingenue, facendone risalire la causa alla presenza in tempi lontani di depositi d'acqua o di laghi ove si erano generati dei "pesci armati" fecondati dal calore del sole; ma congetturò anche che il mare si fosse ritirato da alcune zone costiere, o infine che le acque sopra la terra fossero state un tempo molto piú salate.[1]

**271** (204) La memoria del Réaumur, *Remarques sur les coquilles fossiles de quelques cantons de la Touraine et sur les utilités qu'on en tire*,[2] è una delle piú importanti pubblicate in quegli anni che videro nascere i primi contributi dei naturalisti francesi alle osservazioni geologiche. Alcuni anni prima Réaumur aveva pubblicata un'altra memoria sui fossili, nella quale aveva sostenuto che le pietre chiamate turchesi erano solo frammenti di denti.[3]

**273** (205) Dalla *Storia dei minerali*, "La creta": "Consideriamo ora le sostanze calcaree, cosí abbondanti e cosí frequenti sulla superficie del nostro

[1] PALISSY, *Recepte véritable* cit., pp. 528 sgg.; *Des pierres* cit., pp. 79 sgg.
[2] R.-A. DE RÉAUMUR, Mém. Acad. Sci. (1721) 400 sgg. [3] Ibid. (1715) 74 sg.

globo, che sono il diretto prodotto dell'acqua. È questo l'elemento ove si sono effettivamente formate queste sostanze prima inesistenti, che si sono potute produrre solo per l'azione dell'acqua, e che non soltanto sono state trasportate e disposte dai suoi movimenti, ma anche combinate, composte, e prodotte in seno al mare. Questa produzione di una nuova sostanza pietrosa per mezzo dell'acqua è una delle piú meravigliose opere della natura e nello stesso tempo una delle piú universali, e si riporta alla piú immensa generazione cui essa forse abbia mai dato luogo nella sua originaria fecondità. Si tratta della generazione delle conchiglie, delle madrepore, dei coralli e di tutte le specie che filtrano il succo pietroso e producono la materia calcarea, senza che nessun altro agente, senza che nessun'altra forza particolare della natura possa o abbia potuto formare queste sostanze. La moltiplicazione di questi animali conchiliacei è talmente straordinaria che essi, ammassandosi insieme, innalzano ancora oggi in mille luoghi banchi e bassifondi che sono cime di colline sottomarine, la cui massa è fin dalla base formata dall'ammucchiarsi delle loro spoglie. E quanto ancora piú immenso dev'essere stato il numero di questi operai del vecchio Oceano nel fondo del mare universale, fornito di tutti i princípi di fecondità diffusi sul globo animato dal suo primo calore! Senza questa riflessione potremmo noi concepire la causa delle masse veramente straordinarie delle nostre montagne calcaree, interamente formate da questa materia, costituita dalle spoglie di questi primi abitanti del mare? A ogni passo ne vediamo gli straordinari ammassi, ne abbiamo già raccolto infinite prove, e non v'è contrada che non possa offrirne di nuove, e i prossimi articoli le confermeranno ulteriormente, con un maggior sviluppo. Cominciamo con la creta, e non perché sia la piú comune o la piú nobile delle sostanze calcaree, ma perché di tutte queste materie che traggono la loro origine dalle conchiglie, la creta dev'essere considerata come il primo detrito, nel quale questa sostanza conchiliacea si presenta completamente pura... Le crete sono in genere le piú leggere e le meno solide di queste materie calcaree, e la creta piú dura rimane sempre una pietra tenera, e spesso, anziché presentarsi in masse solide, essa non è altro che una polvere senza coesione, soprattutto nei suoi strati esterni. A questi letti di polvere di creta è stato dato il nome di *marna*..." [1]

**277** (209) Si vedano i volumi 1 e 4 della *Storia dei minerali.*

[1] *Histoire naturelle des minéraux*, vol. 1 (1783) pp. 196-200.

281 (211) Buffon, senza sapere chi fosse il filosofo in questione, alludeva alla *Dissertation envoyée par l'auteur, en italien, à l'Académie de Bologne, et traduite par lui même en francais, sur les changements arrivés dans notre globe, et sur les pétrifications qu'on prétend en être encore les temoignages* di Voltaire (1746), nella quale l'autore si era compiaciuto d'ironizzare contro tutte le teorie della terra dichiarando: "Nulla di ciò che vegeta e di ciò che è animato è mai cambiato; tutte le specie sono rimaste le stesse; sarebbe assai strano che il grano di miglio conservasse eternamente la sua natura e il globo intero mutasse la sua..." [1] Il problema delle pietrificazioni marine era stato da Voltaire risolto attribuendole a resti di conchiglie portate dai Crociati di ritorno dalla Terra Santa e lasciate cadere lungo il cammino, o ad avanzi di cibi gettati via. Non fu questo l'unico attacco del Voltaire alla nascente geologia, della quale sarebbe rimasto un irriducibile e ottuso avversario; egli ritornò diffusamente sull'argomento nell'*Homme aux quarante écus*, ma soprattutto nella *Défense de mon oncle* e nel trattatello *Des singularités de la nature.* Nell'*Homme aux quarante écus* avrebbe ammesso l'assurdità di quanto aveva scritto nel 1746 sulle pietrificazioni, ma nella *Défense de mon oncle* non sceglieva miglior partito, riproponendo di accettare l'ipotesi dei giuochi di natura, essendosi convinto, "insieme a molti buoni osservatori, che la natura, inesauribile nelle sue produzioni, ha potuto benissimo formare una grande quantità di fossili, che noi scambiamo per produzioni marine".[2]

Buffon, che aveva inconsapevolmente attaccato Voltaire, cercò di riparare all'offesa indirizzandogli le sue scuse nelle "Aggiunte", dove chiariva in questi termini la faccenda: "A proposito di quanto ho scritto sulla Lettera italiana..., si è trovato, e io stesso lo ammetto, che non ho trattato il signor Voltaire molto seriamente; confesso che avrei fatto molto meglio a lasciar cadere questa opinione, anziché metterla in evidenza facendovi dell'ironia, tanto piú che non è questo il mio tono usuale, ed è forse l'unica ironia che si trovi in tutti i miei scritti. Il signor Voltaire è un uomo che per la superiorità dei suoi talenti merita il piú grande rispetto. Mi venne portata quella Lettera italiana quando correggevo già le bozze del libro dove se ne tratta; la lessi solo in parte, immaginando che appartenesse a qualche erudito italiano, che oltre alle sue conoscenze storiche non aveva seguíto nient'altro che il suo pregiudizio senza consultare la natura; solo

[1] VOLTAIRE, *Œuvres*, a cura di A.-J.-Q. Beuchot (Parigi 1831) vol. 38, p. 577.
[2] Ibid., vol. 43, p. 372.

dopo la pubblicazione nella *Storia naturale* del mio volume sulla teoria della Terra, mi fu assicurato che si trattava di una lettera del signor Voltaire, cosa che mi fece biasimare le mie espressioni." [1] Ma nonostante la deprecazione della sua passata ironia, apertamente espressa, non si trova qui sottintesa altrettanta ironia, forse assai piú pungente?

**288** (216) "Ecco dunque da una parte il seme dell'Albero Triste che cresce solo alle Canarie e nelle Indie Orientali, dall'altro la mascella di un pesce della Cina, ambedue pietrificati in Francia. Quale strana rivoluzione ha dovuto portarveli e abbandonarli qui! Finora sono sempre state trovate quasi esclusivamente parti di pesce fra gli animali pietrificati, e questi pesci non sono quasi mai quelli che si trovano nei nostri mari." *Sur les pétrifications trouvées en France*, Hist. Acad. Sci. (1721) 3; si veda anche Mém. Acad. Sci. (1721) 73 sg. Non si era ancora intuito che si trattava di specie scomparse. Buffon vi giungerà solo nelle "Epoche della natura".

**290** (217)* Per una storia completa delle osservazioni sul corallo, ritenuto prima una pietra, poi una pianta, e infine una colonia animale, si vedano P. Boccone, *Museo di fisica e di esperienza* (Venezia 1697) osservaz. 40; L. F. Marsili, *Brieve ristretto del Saggio fisico intorno alla storia del mare* (Venezia 1711) pp. 3-20; R.-A. de Réaumur, *Observations sur la formation du corail et des autres productions appellées plantes pierreuses*, Mém. Acad. Sci. (1727) 269-281; A. de Jussieu, *Examen de quelques productions marines qui ont été mises au nombre des plantes et qui sont l'ouvrage d'une sorte d'insectes de mer*, ibid. (1742) 290-302.

**290** (217)** Sui corni di Ammone o ammoniti lo Jussieu aveva presentato nel 1722 all'Accademia una memoria: *De l'origine et de la formation d'une sorte de pierre figurée que l'on nomme corne d'Ammon.*[2]

**297** (222) Era stato il Woodward a sostenere per primo e con assoluta certezza che le conchiglie si trovassero fin sulle cime delle piú alte montagne.[3] Buffon non aveva espresso dubbi in proposito e aveva fedelmente ricalcato l'affermazione del naturalista inglese, che d'altra parte calzava cosí bene con la sua teoria generale. Piú tardi nelle "Aggiunte" Buffon

[1] *Suppléments à l'Histoire naturelle*, vol. 5 (1778) pp. 285 sg.
[2] A. de Jussieu, Mém. Acad. Sci. (1722) 235-43.
[3] Woodward, *op. cit.*, p. 12.

tornerà sull'argomento, e dopo aver dato un'ennesima piú ricca documentazione dei ritrovamenti fatti da viaggiatori e naturalisti di ammassi di conchiglie nell'interno della terra, riconoscerà l'errore in cui era incorso seguendo le affermazioni del Woodward, affermazioni che lo avevano portato a credere che anche la parte piú alta delle montagne fosse opera delle sedimentazioni. Le "Aggiunte" facevano seguito alle "Epoche della natura" (furono pubblicate nello stesso volume 5 dei *Supplementi*), dove Buffon non attribuiva piú alla sola acqua la formazione di tutta la superficie terrestre, ma sosteneva che le cime delle montagne erano state formate dall'azione del fuoco: si veda la nota **324** (241).[1] Oltre le dichiarazioni del La Condamine, direttamente sperimentate, già il Vallisneri aveva sostenuto che non si trovavano conchiglie sulla parte piú alta delle montagne, rifacendosi all'autorità del Fracastoro.[2]

**302** (225) Attualmente *gelive*, pietra che si spacca al gelo. *Gelisse* è forma che si trova nel Palissy, caduta in seguito in disuso. Il ritrovarla qui rivela senza alcun dubbio una diretta lettura delle opere del Palissy da parte di Buffon.

**307** (229) Queste pagine, citate dalla "Histoire de l'Académie", fanno parte della relazione del Fontenelle sulla memoria presentata dallo Jussieu nel 1718 e da noi ricordata alla nota **99** (76).

**308** (230) Si veda la nota **10** (12)***.

**310** (231) "Per misurare la profondità del mare si usa una sonda piramidale di circa 12 libbre di pesantezza, attaccata a una sbarra di 220 pertiche di lunghezza" ("Encyclopédie", art.: Océan). Si veda inoltre il metodo per misurare le profondità marine che aveva dato lo Hooke in uno dei primi numeri (N. 9) delle "Philosophical Transactions" (1666).

**311** (232)* Sull'uso del barometro si veda nell'Enciclopedia l'articolo: Baromètre. Per le sue variazioni nella zona torrida, P. Bouguer, *Rélation abrégée d'un voyage au Pérou* (Parigi 1749) p. XXXIX, n. 1.

**311** (232)** "Atque adeo celsa sunt fastigia horum montium, ut ipsos

[1] *Suppléments à l'Histoire naturelle*, vol. 5 (1778) pp. 72, 320.
[2] VALLISNERI, *op. cit.*, pp. 24 sgg.

avium volatus fatigare dicantur, uno duntaxat, quod adhuc exploratum sit, eoque difficillimo transitu", scriveva il Varenio nel secolo precedente parlando delle Cordigliere. Durante il loro viaggio nel Perú, il Bouguer e il La Condamine raccolsero una grandissima quantità di dati sulle montagne dell'America Meridionale, e ancora una volta fu confermato trattarsi delle piú alte del mondo.

312 (233) Errore di Buffon, il Picco di Teneriffa non si trova nell'isola di Ferro, ma nell'isola omonima.

316 (235) Si veda L. Bourguet, *Dissertation sur les pierres figurées* (1715).

324 (241) Trent'anni piú tardi Buffon avrebbe rifiutato la tesi sostenuta qui, della formazione di tutte le montagne, perfino delle piú alte, per l'azione delle acque. Nelle "Epoche della natura" alle montagne calcaree, sorte in un secondo momento per l'azione delle acque, egli aggiungeva quelle originariamente formatesi durante il graduale raffreddamento della crosta terrestre e della sua solidificazione. In una lunga "Aggiunta" a questo articolo, pubblicata di seguito alle "Epoche della natura", Buffon correggeva la teoria sostenuta alcune decine di anni prima:

"Tutte le valli e tutti i valloni della superficie della terra, cosí come tutte le montagne e tutte le colline, hanno avuto due cause originarie: la prima è il fuoco, la seconda l'acqua. Quando la terra ha preso la sua consistenza, un gran numero di asperità si è sollevato sulla sua superficie, perché vi si sono venute a formare delle bolle, come in un blocco di vetro o di metallo fuso. Questa prima causa ha dunque prodotto le prime e piú alte montagne, che hanno la loro base nella roccia interna del globo. Sotto di esse si sono venute a formare delle caverne, come in qualsiasi altro luogo, caverne che sono crollate in tempi diversi; ma senza prendere in particolare considerazione questo secondo evento, dell'affondamento delle caverne, è certo che nei primi tempi, quando si è consolidata la superficie terrestre, essa è stata solcata ovunque da profondità ed elevazioni prodotte soltanto dall'azione del primo raffreddamento. Quando poi le acque si sono separate dall'atmosfera, il che si è verificato nel momento in cui la terra non ha avuto piú calore sufficiente da trasformarle in vapore, queste stesse acque hanno coperto la superficie della terra attualmente abitata, fino all'altezza di duemila tese, e durante questo lungo soggiorno

sui nostri continenti il movimento del flusso e del riflusso e quello delle correnti ha cambiato la disposizione e la forma delle montagne e delle vallate primitive. Questi movimenti avranno formato colline nelle valli; avranno coperto e circondato di nuovi strati di terra i piedi e i dorsi delle montagne, e le correnti avranno scavato solchi, valloni i cui angoli si corrispondono: la forma esterna che ci presenta la superficie terrestre va riportata a queste due cause, una delle quali è molto piú antica dell'altra. Le alture, che sono state formate dalla sedimentazione e dai depositi del mare, hanno una struttura molto diversa da quelle che devono la loro origine al fuoco primitivo: le prime sono tutte disposte a strati orizzontali e contengono un'infinità di produzioni del mare, mentre le altre hanno le materie disposte confusamente, o in direzione piú o meno verticale." [1]

Sempre nelle "Aggiunte" Buffon precisava: "Non vi è nessun altro cambiamento da fare in tutta la mia teoria della Terra, se non quello della composizione delle prime montagne che devono la loro origine al fuoco e non all'azione dell'acqua come avevo congetturato. Ero allora infatti convinto, per l'autorità del Woodward e di qualche altro naturalista, che erano state ritrovate conchiglie sulla cima di tutte le montagne." [2]

Insieme al Bourguet e a Buffon, anche il Maillet, che il Nostro si ostinerà a ignorare per tutta l'opera (probabilmente per la sua cattiva fama nei confronti dell'ortodossia), aveva sostenuto la formazione delle montagne per via delle sole acque mediante i movimenti delle correnti incanalate fra opposte sponde, e ne aveva esposta nel *Telliamed* una completa teoria: [3] si vedano la fine della nota 81 (63) e la nota 451 (333).

La spiegazione dell'origine delle montagne piú comune per oltre un secolo, piú volgarmente corrente, era tuttavia stata quella che già Descartes aveva presupposto: la crosta terrestre che copriva la superficie del globo, a contatto col liquido in movimento dello strato piú interno (o dell'intera cavità del globo, come alcuni credevano) si era spaccata e i vari pezzi, distaccatisi gli uni dagli altri, si erano sollevati verticalmente o in posizione inclinata, o si erano ammucchiati gli uni sugli altri, formando le alture del globo inframezzate da distese di acqua.[4] Questa spiegazione, accettata da tutti i cartesiani a cominciare dall'Hartsoeker fino al Gautier, era stata

[1] *Suppléments à l'Histoire naturelle*, vol. 5 (1778) pp. 310 sg. [2] Ibid., pp. 320 sg.

[3] Maillet, *op. cit.*, vol. 1, pp. 122 sgg.

[4] R. Descartes, *Les principes de philosophie*, in *Œuvres* a cura di Ch. Adam e P. Tannery (Parigi 1897-1910) vol. 9, p. 225, tav. 15.

assunta in genere dai piú noti sostenitori del diluvio, per esempio dallo Scheuchzer [1] e dal Burnet.[2]

Per il Woodward, invece, le montagne, che si presentavano regolarmente stratificate dalla cima alle radici, erano state sollevate dagli assestamenti della terra dopo il diluvio: si veda il passo dell'*Essay* citato alla nota 552 (409). Con il naturalista inglese, perciò, Buffon si trovava d'accordo per la formazione interna stratificata delle montagne, ma non per il loro modellamento sopra la superficie terrestre.

Leibniz aveva assegnato diverse cause all'origine dei sistemi montuosi: la primitiva e fondamentale era dovuta ai rigonfiamenti subíti dalla crosta terrestre nel corso del suo raffreddamento, cui si aggiungevano le cause successive e secondarie, riconducibili innanzitutto all'azione delle acque e poi a fenomeni vulcanici, al trasporto delle materie per opera dei venti, agli spostamenti della massa terrestre. Già lo Stenone aveva ammesso non solo l'azione delle acque nella formazione delle montagne, ma anche quella del fuoco e di qualche altro agente, mentre il Ray, contro il quale avrebbe polemizzato Buffon nell'articolo 16, l'attribuiva soltanto a fenomeni d'origine convulsiva o vulcanica.

333 (248) Tale opinione fu rifiutata dai geografi del primo Ottocento.[3] La coincidenza della divisione delle acque con quella delle montagne fu sostenuta nella seconda metà del Settecento dal Buache, secondo il quale la superficie terrestre era come sorretta da un'ossatura formata dalle catene delle piú alte montagne. In esse trovavano le loro sorgenti i fiumi che ne seguivano poi l'andamento. Quest'opinione si veniva a trovare singolarmente in accordo con la teoria di Buffon. Per un piú ampio ragguaglio sull'argomento e in particolare sul rapporto fra le teorie di Buffon e quelle del Buache, si veda la nota 451 (333).

335 (249) Si veda la carta redatta per ordine dello zar Pietro I nelle "Mémoires de l'Académie des Sciences" di Parigi (1721). Un'altra carta, che vi si trova unita, riporta sopra quella degli esploratori moscoviti i contorni del Caspio tracciati da Tolomeo, da Abulfeda, dallo Struys e

[1] Hist. Acad. Sci. (1708) 30 sg. [2] BURNET, *op. cit.*, pp. 82-98.

[3] K. RITTER, *Einleitung zur allgemeinen vergleichenden Geographie* (1852) vol. 1, pp. 93 sg., 96; cit. da P. Flourens in BUFFON, *Œuvres complètes* cit., p. 177, n. 1. Cfr. inoltre MALTE-BRUN, *op. cit.*, vol. 2, pp. 180 sgg.

dal Delisle, che curò la pubblicazione delle due carte. Per una piú ampia esposizione sull'argomento si veda la nota **415** (307)*.

**338** (251) "Quando in una valle il pendio di una delle montagne che la limitano è meno ripido di quello dell'altra, il fiume scorre molto piú vicino a quest'ultima che non alla prima, e non si trova piú al centro della valle."[1]

**341** (253) Si veda la nota seguente.

**352** (261)* L'idrodinamica, con generale e particolare applicazione al moto delle acque correnti, veniva ormai studiata da piú di un secolo. Nel 1628 il padre Castelli, scolaro di Galileo, aveva per primo affrontato le questioni relative al movimento delle acque dei fiumi in una breve operetta sulla *Misura del moto delle acque correnti.* Merito del Castelli fu soprattutto quello di essere riuscito a individuare l'importanza della velocità per stabilire la misura delle acque e di avere dato alcune interessanti osservazioni sull'argomento. Per la determinazione dei rapporti della velocità delle acque si era servito di un vaso riempito d'acqua fino a una determinata altezza e fornito di uno o piú fori d'apertura, a differenti livelli. Circa quattordici anni piú tardi il Torricelli corresse l'errore commesso dal Castelli, che aveva determinato la velocità dell'acqua uscente per un foro posto a un certo livello del suddetto vaso, come proporzionale all'altezza dell'acqua dal livello della superficie al livello del foro. Il Torricelli dava all'idrodinamica il principio fondamentale del moto dei liquidi: secondo questa legge la velocità dell'acqua risultava proporzionale alla radice dell'altezza dell'acqua stessa, avendo il Torricelli osservato che l'acqua, uscente da un foro posto a un certo livello del vaso, non ricadeva immediatamente, ma si slanciava, per un certo tratto, alla medesima altezza del foro, e nel ricadere acquistava necessariamente la stessa accelerazione di un solido che scendesse da una determinata altezza.[2]

Sulla base di questo principio si vennero svolgendo tutti i successivi studi e le esperienze dei fisici. Ma già nell'operetta del Castelli si poteva notare la necessaria distinzione da operare nelle esperienze, per arrivare a determinare una legge che avesse la caratteristica della generalità: partito dall'osservazione delle acque correnti dei fiumi e dei canali, egli aveva

[1] Bourguet, *Lettres philosophiques* cit., pp. 199 sg.
[2] E. Torricelli, *De motu gravium naturaliter accelerato* (1641).

potuto determinare la legge del moto delle acque solo riducendo le sue osservazioni a un'esperienza in cui venissero resi nulli i particolari impedimenti di un corso di acque naturali. L'idrodinamica doveva perciò necessariamente distinguere fra le ricerche atte a stabilire una teoria generale del moto dei liquidi, e le sue complicatissime applicazioni al vasto campo delle acque correnti. Nelle prime, dopo il Torricelli, si cimentarono il Mariotte, Newton, Varignon, Johannes e Daniel Bernoulli, Maclaurin, d'Alembert. Le osservazioni sulle acque correnti trovarono in Italia nella zona padana e in quella del Reno il loro battuto campo di prova: dopo i lavori del padre Castelli si moltiplicarono le ricerche: furono autori Galilei, Michelini, Borelli, Manfredi, Guglielmini, cui si deve il piú importante e completo trattato del Seicento e di quasi tutto il Settecento sulle acque correnti.[1] Le osservazioni si alternavano in questi trattati alle applicazioni di teorie generali e ai tentativi di dare una teoria sul moto delle acque correnti. Ma già discretamente complicate si erano presentate le questioni del moto dei liquidi esaminato in condizioni iniziali pressoché perfette. Johannes Bernoulli cosí scriveva in una memoria inviata all'Accademia di Pietroburgo: "L'idrostatica, che tratta delle acque stagnanti in vasi chiusi in basso, trova le leggi dimostrate e i suoi princípi razionalmente dedotti, cosí che essa è in grado di spiegare chiaramente effetti e fenomeni: né abbiamo ormai molto di piú da chiederle. Ben diversa è la situazione per l'idraulica, dove si tratta non soltanto della gravitazione delle acque e delle loro pressioni, ma si cercano di determinare attraverso dimostrazioni i movimenti che si sviluppano se le acque possono uscire per una data apertura, e gli altri effetti che li accompagnano. Questa scienza, che tale è indubbiamente, detta volgarmente idraulica, presenta cosí gran numero di difficoltà che non è stato ancora possibile ridurla in leggi e regole meccaniche..."[2] Il d'Alembert arrivava addirittura a concludere, nel suo *Essai sur la resistance des fluides* (Parigi 1744), per l'impossibilità di una teoria generale del moto dei fluidi; e per quanto riguarda la teoria delle acque correnti dichiarava decisamente: "Le irregolarità che si incontrano nel movimento di un fiume possono variare all'infinito: è impossibile darne delle regole." La difficoltà già avvertita dal padre Castelli nella determinazione della velocità delle acque non trovava perciò soluzione che a queste condizioni: "Per poter determinare la velocità generale di un fiume,

[1] Cfr. la "Raccolta di autori che trattano del moto delle acque correnti" (3 voll., Roma 1723).

[2] J. Bernoulli, *Dissertatio hydraulica de motu aquarum per vasa aut per canales quamcunque figuram habentes fluentium*, Comm. Acad. Sci. imper. petropol. 9 (1737) 3 sgg.

bisogna mettere da parte tutte le sue irregolarità e prendere in considerazione solo il movimento generale della corrente." Il Guglielmini aveva cercato di calcolarla supponendo che l'acqua scorresse in un letto regolare, dalle sponde verticali e perfettamente lisce, parallele fra loro, con un fondo dalla superficie piana e inclinata all'orizzonte, e perciò in condizioni tali che l'acqua non subisse alcun sensibile sfregamento. Il d'Alembert definiva questa determinazione della velocità delle acque, fatta dal Guglielmini, "teoria esclusivamente matematica che le circostanze fisiche debbono alterare molto", precisando che "il movimento delle acque si allontana in misura notevole dalla teoria geometrica." [1]

Attaccando le teorie matematiche sul moto delle acque fluviali o per lo meno ricordando la loro astrattezza, all'inizio di questa digressione sulle acque correnti ("Il movimento delle acque nel corso dei fiumi avviene in maniera molto diversa da quella supposta dagli autori che hanno voluto spiegare con teorie matematiche questa materia"), Buffon sfondava dunque porte già aperte da quegli stessi contro i quali muoveva le sue critiche: le osservazioni che nelle pagine precedenti egli ha indicato quali ostacoli a una teoria generale sul moto delle acque correnti, erano state fatte fin dalle prime ricerche sull'argomento. Ma ancora una volta lo scopo di Buffon era quello di polemizzare contro i procedimenti di ricerca puramente matematica, e non per sostituirli ma per metter loro accanto ricerche diversamente orientate. Il suo contatto con la natura, per ricavare la storia dei suoi eventi, lo aveva portato a valorizzarne non tanto gli aspetti immutabili, esprimibili in leggi fisiche, quanto le irregolarità e i mutamenti, il lento processo di formazione e di perenne trasformazione. Nell'impossibilità di generalizzare in una teoria astratta queste vicissitudini, occorreva, secondo Buffon, osservarle costantemente e adeguarvisi. ("L'esperienza è qui piú necessaria della speculazione, bisogna conoscere attraverso l'esperienza non solo i comuni fenomeni dei fiumi in generale, ma in particolare anche il fiume col quale si ha a che fare, se non si vuole sbagliare.") I dati sulle irregolarità della natura si potevano in tal modo arricchire e precisare tanto da permettere all'uomo d'impadronirsi del loro processo di trasformazione, e di farne uno strumento per una trasformazione regolata e orientata dei processi naturali. Da questo punto di vista l'immutabilità della natura non era piú il presupposto della sua accessibilità per l'intelletto umano: alla legge fisico-matematica considerata da piú di un secolo la

[1] Cfr. anche "Encyclopédie", art.: Fleuve.

forma conoscitiva per eccellenza, Buffon aggiungeva un nuovo mezzo di conoscenza e di operabilità sulla natura, la sua storia.

352 (261)** Attualmente Mekong.

353 (262)* Attualmente Yang-Tze Kiang.

353 (262)** Per il corso che veniva assegnato al Senegal-Niger, considerati un unico fiume, si vedano, di Guillaume Delisle, la *Carte de la Barbarie, de la Nigritie et de la Guinée*, oppure la *Carte de l'Afrique française ou du Senegal, dressée sur un grand nombre de cartes manuscriptes et d'itinéraires rectifiés par diverses observations par G. de l'Isle*, in "Atlas nouveau" (Amsterdam 1733).

353 (262)*** Si veda la *Carte de l'Afrique, dressée sur les observations des Mrs. de l'Académie royale des Sciences et quelques autres et sur les Mémoires les plus recents par G. de l'Isle* (Parigi 1789), nella quale si può constatare che lo Zaira corrisponde al Congo, il Cuama allo Zambesi, e si può vedere l'esatta posizione assegnata al Regno di Gingiro. Per il Quilmanci si veda invece la *Carte de l'Afrique par G. de l'Isle, revue et augmentée par Dezauche* (Parigi 1819).

354 (262) Per la posizione geografica di questi laghi secondo i geografi dell'epoca si veda la *Carte du Canada ou de la Nouvelle France et des découvertes qui y ont été faites*, in "Atlas nouveau" (Amsterdam 1733).

354 (263) Attualmente Casiquiare.

357 (264) Il Musschenbroek dà un ragguaglio sulle diverse esperienze eseguite dai naturalisti per calcolare l'evaporazione delle acque sotto i raggi solari.[1] Lo Halley trattò questa questione in due relazioni pubblicate a distanza di quattro anni l'una dall'altra nelle "Philosophical Transactions": la prima nel settembre-ottobre del 1687 (*An Existimate of the Quantity of Vapour raised out the Sea by the Warmth of the Sun; derived from an Experiment shown before the Royal Society at one of their late Meetings*), la seconda nel gennaio-febbraio 1691 (*An Account of the Circulation of the Watery Vapours of the Sea, and of the Cause of Spring*). Vi venivano affrontati due

[1] MUSSCHENBROEK, *op. cit.*, vol. 2, pp. 716 sgg.

importantissimi aspetti del problema, cioè la ragione per la quale il mare né decresce per l'evaporazione né aumenta per il contributo di acque che affluiscono nel suo bacino portate dai fiumi, con la conclusiva dimostrazione dell'equilibrio sussistente fra questi due fenomeni, e con la definitiva soluzione della dibattuta questione sull'origine delle sorgenti, che venivano attribuite ai depositi formati dalle sole piogge.

**363** (269) Sulla presenza del bitume nelle acque del mare si vedano L. F. Marsili, *Brieve ristretto del Saggio fisico intorno alla storia del mare* (Venezia 1711) pp. 37 sgg., e P. van Musschenbroeck, *Essais de physique* (Leida 1751) vol. 1, pp. 413 sgg.

**376** (279) L'attuale Mare del Nord.

**377** (279) L'attuale isola Sjëlland.

**378** (280) L'attuale Dvina.

**380** (281) L'attuale Mare di Kara.

**381** (282) Per tutta questa zona si veda la *Carte de Tartarie dressée sur les relations de plusieurs voyageurs de différentes nations et sur quelques observations qui ont été faites dans le pays là par G. de l'Isle*, in "Atlas nouveau" (Amsterdam 1733).

**382** (283) Si veda la prima carta data da Buffon fuori testo (collocata prima di queste Note). Nelle carte del Delisle il Golfo di Linchidolin è chiamato Golfo di Len. Si tratta dell'attuale Mare di Laptev.

**383** (283) L'attuale Golfo di Anadyr.

**383** (284) Allude probabilmente all'attuale isola di Sahalin.

**384** (284) Un confronto fra le carte dell'epoca rivela le incertezze ancora sussistenti per tutta questa zona, specialmente nella posizione da assegnare a Iesso (Yezo): nell' "Atlas nouveau" edito ad Amsterdam nel 1733 una carta (*Carte des Indes et de la Chine dressée sur plusieurs Relations particulières rectifiées par quelques observations par G. de l'Isle*) unisce Iesso al continente

asiatico, mentre un'altra (*Carte de Tartarie* sopra citata) sembra lo rappresenti staccato.

**386** (286) Le attuali Isole Caroline.

**388** (287) Sul moto generale del mare da oriente a occidente, cioè sulla piú vasta e regolare corrente marina (Varenio: "Generalis motus maris duplex est: unus continuus ab oriente ad occidentem... Moveri oceanus ab oriente versus occidentem continue, probatur potissimum ex motu maris ejus, quod in zona torrida intra tropicos jacet..." [1]), Buffon appoggia una delle prove piú evidenti e piú inconfutabili dell'azione continua delle acque sulle terre. Egli ha dimostrato negli articoli precedenti e continuerà a dimostrare nei seguenti come si verifichi il fenomeno della sedimentazione stratificata e come le acque del mare formino dei depositi che divengono col passar del tempo alture, colline, montagne; e conclude che la superficie della terraferma non può essere stata che un fondo di mare. La continuità dei continenti con gli attuali abissi marini ne sarà la logica conseguenza, che permette di spiegare facilmente l'idea qui sostenuta da Buffon di isole che sono cime di un'unica catena di montagne eccetera. Si veda la nota **451** (333).

**399** (295) Si vedano in proposito le opinioni correnti fra quanti avevano percorso la zona, riferite dal Marsili,[2] che non le condivide in pieno ma ritiene di dover mantenere la questione in sospeso per la mancanza di un numero sufficiente di osservazioni e di dati relativi al fenomeno.

**400** (295) Si veda il Marsili, *Osservazioni intorno al Bosforo Tracio ovvero Canale di Costantinopoli, rappresentate in lettera alla Sacra Real Maestà di Cristina Regina di Svezia* (Roma 1681): "In questo gran canale trovai molto da osservare, cioè la sua descrizione geografica, le sue correnti superficiali, e le loro velocità, la cagione di esse... la corrente di sotto ed opposta alla superficiale e che per l'avvenire chiamerò Sottana; l'esperimento dell'esistenza di questa..." (pp. 10 sg., e si vedano in particolare pp. 51-67).

**408** (301) L'attuale Golfo di California.

[1] B. Varenio, *Geographia generalis* (ed. di Napoli 1723) p. 119.
[2] Marsili, *Histoire physique de la mer* cit., p. 45.

415 (307)* Nel 1718 lo zar Pietro I organizzò una spedizione diretta da Carlo Van Verden nelle regioni del Mar Caspio: compito degli esploratori era quello di rilevare carte esatte dell'intera zona, rimasta particolarmente sconosciuta dal lato orientale del suddetto mare. Nel giro di circa dieci anni vennero ripetute diverse spedizioni, ma fin dalla prima si ottennero felicissimi risultati: innanzi tutto venne ricavata una carta esatta del Mar Caspio, in secondo luogo venne esplorata la regione ad est di questo mare e venne scoperta un'altra estensione di acque fino allora rimasta sconosciuta: si trattava di un vasto lago cui sarebbe stato dato il nome di Lago Aral. Nel 1720 il Delisle in una memoria inviata all'Accademia delle Scienze di Parigi accennava a un suo incontro con lo zar a Parigi, nel corso del quale il monarca gli aveva parlato della spedizione effettuata nella regione caspica e aveva accennato a un mare "jusqu'alors totalement inconnu" a oriente del Mar Caspio.[1] Lo zar faceva inoltre pervenire all'Accademia un rapporto di questa spedizione steso di sua mano e corredato di particolari dal Blumenstroot, suo primo medico, e univa a esso la carta del Mar Caspio redatta dagli esploratori.[2] Nel 1721, sempre in una memoria pubblicata dall'Accademia,[3] il Delisle presentava il rapporto insieme alla carta, con alcune osservazioni su di essa dedotte dal confronto con le carte che ne avevano dato Tolomeo, il geografo arabo Abulfeda, e lo Struys negli ultimi decenni del Seicento. Vi univa quella redatta da lui stesso seguendo le carte e le indicazioni del Borrous, dell'Oleario e del Jenkinson, che avevano traversato quella zona e ne avevano ricavato ciascuno singole osservazioni.

Per secoli era stata effettivamente attribuita al Caspio una forma rotonda, come asserisce Buffon, o piuttosto ovale, dalla maggiore estensione in direzione est-ovest. Già nelle carte della scuola ionica il Mar Caspio presentava una forma fra l'ovale e il rotondo, e all'incirca nel punto del suo maggiore diametro univa le sue acque a quelle dell'*Oceanus*. Questa confluenza del Caspio con l'*Oceanus* venne sostenuta anche da Pomponio Mela, Strabone e Plinio. Tolomeo dava al Mar Caspio una forma che gli sarebbe tradizionalmente rimasta fino alla fine del Seicento. Il Delisle,

[1] G. Delisle, *Détermination géographique de la situation et de l'étendue des parties de la terre*, Mém. Acad. Sci. (1620) 383 sgg.

[2] Lettera dello zar Pietro I al segretario dell'Accademia delle Scienze di Parigi in data 11 febbraio 1721, Hist. Acad. Sci. (1720) 128.

[3] G. Delisle, *Remarques sur la Carte de la Mer Caspienne, envoyée à l'Académie par sa Majesté czarienne*, Mém. Acad. Sci. (1721) 245 sgg.

nelle carte che presentava, aveva ridotto al meridiano d'Astrakan la carta dello zar e le altre quattro che vi aveva sopra delineato. Da questa carta risulta che il Caspio di Tolomeo aveva ben 340 leghe di larghezza, mentre quello di Abulfeda si era notevolmente allungato e si era ristretto a 240 leghe. La correzione operata dagli Arabi non apportò, fuori del mondo arabo, alcun mutamento. I geografi continuarono a dare al Caspio la forma attribuitagli da Tolomeo, che si trova ancora nell'Asia del Delisle pubblicata nel 1710.[1] Secondo il Delisle l'Oleario per primo corresse l'errore sulla forma e l'estensione del Caspio, senza però lasciare carte.

**415** (307)** L'attuale Amu Daria.

**418** (308) Il Delisle spiegava cosí l'intervento di questa presunta esistenza dei due abissi: "La posizione che lo Struys dà ai due abissi attraverso i quali, secondo lui, questo mare manda le sue acque in un altro mare... mostra chiaramente che siffatto errore dev'essere venuto dopo quello della comunicazione del Mar Caspio con l'Oceano, quando, mediante i viaggi, si fu certi che non vi era nessuno stretto che congiungeva questi due mari."[2] Il Blumenstroot, nella lettera che accompagnava l'invio della carta del Caspio all'Accademia, dichiarava "I due abissi segnati a 39° 40′ e a 38° 50′ non esistono nella maniera piú assoluta."[3].

**418** (309) Si veda la *Geographia generalis* del Varenio, libro 1, capitolo 16, proposizioni 2 e seguenti: "Lacus sunt quadruplices..."

**422** (311) Si veda Ch.-M. de La Condamine, *Relation abregée d'un voyage fait dans l'intérieur de l'Amérique Méridionale depuis la côte de la Mer du Sud jusques aux côtes du Brésil et de la Guiane, en descendant la rivière des Amazones*, Mém. Acad. Sci. (1745) 452-54.

**424** (313) L'attuale Lago Michigan.

**432** (319) Buffon ha dato in queste pagine un'esposizione semplice e chiara di tutta l'argomentazione newtoniana sulle maree. È noto come

[1] G. Delisle, *Asia concinnata secundum observationes Academiae regalis Scientiarum et nonnullas alias, et juxta annotationes recentissimas* (1710). Cfr. inoltre la carta sulla zona del Caspio redatta piú di vent'anni dopo: *Carte des pays voisins de la Mer Caspienne, dressée pour l'usage du Roy sur la carte de cette mer faite par l'ordre du czar*, in "Atlas nouveau" (Amsterdam 1733).

[2] Delisle, *Remarques sur la Carte de la Mer Caspienne* cit., p. 250.

[3] Lettera del 14 febbraio 1721, Hist. Acad. Sci. (1720) 130.

Newton per primo abbia stabilito esattamente le cause e le leggi di questo movimento periodico delle acque marine.[1]

439 (324) Si veda *Pierres ponces sur la mer entre le Cap de Bonne Espérance et les Isles de Saint-Paul et d'Amsterdam*, Hist. Acad. Sci. (1745) pp. 32 sg.

440 (325) Già il Bourguet e il Maillet avevano accennato all'importanza dei movimenti delle maree. Il primo nella sua memoria per una teoria della Terra aveva elencato, fra gli altri elementi da sviluppare in un sistema geologico che si riprometteva di svolgere, i due principali movimenti del mare, quello da oriente a occidente e quello delle maree; mentre il Maillet le aveva soprattutto collegate alla formazione delle correnti.[2]

442 (327) Il Marsili formulava questa probabile ipotesi in base alle affermazioni dei marinai.[3] Che la cosa non fosse tuttavia accertata lo dimostra il fatto che ancora lo stesso Buffon portava soltanto testimonianze da relazioni di viaggio.

447 (331) La prima raccolta di dati sul fondo del mare si trova in un piccolo saggio del Boyle.[4] In esso il grande scienziato inglese si era tuttavia limitato a raccogliere una serie d'informazioni tratte dai racconti dei marinai, dei pescatori, dei palombari, senz'aver proceduto a osservazioni dirette con scopi scientifici ben precisi. Il primo, perciò, al quale si debba una serie di dati fondati sull'esperienza e sull'osservazione è il Marsili, che per anni si dedicò allo studio del Mediterraneo, in particolare della zona lungo le coste della Provenza. I risultati di queste ricerche vennero riuniti in una *Storia fisica del mare* che riscosse unanimi consensi e portò una prima luce su un argomento rimasto fino allora pressoché sconosciuto. Scritta in italiano, venne inviata nel 1710 all'Accademia di Parigi e fu pubblicata per la prima volta in traduzione francese nel 1725, in edizione accuratissima con introduzione del Boerhaave. Al fondo del mare il Marsili dedicava il primo e parte del terzo capitolo, con i piú ampi ragguagli sui sistemi usati per procedere nelle sue osservazioni e nei suoi esperimenti, nonché con precise indicazioni sull'attendibilità o no delle dichiarazioni che egli faceva

[1] NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica* cit., lib. 3, prop. 24 e 37.
[2] MAILLET, *op. cit.*, vol. 1, pp. 124 sg.
[3] MARSILI, *Histoire physique de la mer* cit., p. 11.
[4] R. BOYLE, *Relationes de fundo maris*, in *Opera varia* (Ginevra 1680) vol. 2.

e su tutte le incertezze e le difficoltà che la materia presentava e i metodi di studio per ovviarle. I dati che egli apportava avrebbero costituito per molti decenni il patrimonio informativo dei naturalisti sull'argomento.

451 (333) Il Varenio aveva ricondotto le correnti marine a tre diverse probabili cause: all'azione dei venti, alla resistenza opposta dalle coste all'infrangersi dei flutti contro di esse (ciò che poteva determinare il formarsi di una controcorrente), all'esistenza di qualche gorgo sul fondo del mare.[1] Tuttavia la mutevolezza delle correnti offriva difficoltà che furono per lungo tempo effettivamente insormontabili. Nel corso delle sue osservazioni nel Mediterraneo, il Marsili si era lungamente dedicato a raccogliere dati sui movimenti del mare, ma i suoi risultati non lo avevano portato a soddisfacenti conclusioni, avendo egli soprattutto constatato che la velocità e la direzione delle correnti risultava relativamente indipendente dai venti: "Dopo tutte queste diverse osservazioni, posso affermare — egli dichiarava — che non si arriverà a una stabile conclusione riguardo alle correnti fin tanto che sarà una sola persona a studiarle e in una sola zona, come ho fatto io a Cassis. Vi dovrebbero essere invece contemporaneamente osservatori nei principali capi della costa e delle isole, i quali, secondo un unico metodo convenuto, stendessero relazioni esatte sia sulle velocità delle correnti, sia sui punti nei quali il loro corso muta... aggiungendovi anche le osservazioni sui venti, la forza dei quali dovrebbe essere paragonata a quella delle correnti..."[2]

In questo articolo Buffon prende in considerazione un nuovo elemento, ritenendolo assolutamente determinante nel moto delle correnti, tanto da poter spiegare la loro complessa mutevolezza: la presenza, cioè, sul fondo del mare, di un rilievo del tutto simile a quello della superficie terrestre. Questo elemento era stato messo in luce per la prima volta qualche anno prima: una carta pubblicata dal Buache nel 1745 aveva rilevato il fondo del mare di alcune zone dell'Oceano Atlantico (si tratta della carta citata secondo la data di redazione — 1737 — alle pagine 71 e 446 e seguente dal Buffon), tracciandovi alcune catene di vere e proprie montagne.

Il segretario dell'Accademia delle Scienze ne aveva sottolineato l'originalità, la novità e l'importanza, dandone il seguente resoconto nella "Histoire de l'Académie": "Quest'anno il signor Buache ha pubblicato una carta della zona dell'oceano posta sotto l'equatore, precisamente quella

[1] Varenio, *op. cit.*, capp. 23-29.
[2] Marsili, *Histoire physique de la mer* cit., p. 47.

compresa fra i continenti d'Africa e di America: si tratta di una carta particolare, perché mentre le altre carte marine si limitano a rappresentare la superficie del mare, questa è stata invece fatta allo scopo di rappresentarne il fondo. Il Buache si è accinto a dimostrare che le montagne della Sierra Leone in Africa e quelle della Cordigliera del Brasile in America sono solo le estremità di una stessa catena di montagne, che continua sotto il mare e di cui l'isola di Fernando de Noronha è una delle cime. Egli trova la prova della sua opinione nei bassifondi che s'incontrano sulla linea che congiunge il capo Tagrin e la foce del Rio Grande: il signor Buache ha disegnato la carta di cui è questione dopo aver fatto numerosissimi sondaggi e tutta una serie di osservazioni, che hanno permesso di comprendere visibilmente il suo sistema. Egli vi ha aggiunto, in una scala piú grande, la carta particolare dell'isola e la sua sezione, avendo determinato l'una e l'altra mediante la sonda: ma questa carta non rappresenta che l'inizio, anzi quasi un saggio del lavoro che egli intende svolgere in detta materia. È facile accorgersi dell'importanza che possono avere simili carte dei mari maggiormente frequentati, e quanto grande sia la loro utilità, sia per sapere quali ostacoli e quali rocce si debbano evitare, sia per conoscere meglio la direzione delle maree e delle correnti, i cui piú bizzarri fenomeni dipendono forse da questa disposizione nascosta sul fondo dei mari."[1]

Nel 1752 il Buache avrebbe pubblicato una carta dello stesso tipo, ma estesa a tutti i mari. Essa sarebbe stata accompagnata questa volta da un *Essai de géographie physique* che avrebbe descritto le carte pubblicate ed esposto il sistema geografico dell'autore, in base al quale tutta la superficie terrestre era come sorretta da un'ossatura formata dalle catene delle piú alte montagne. Queste catene si estendevano dalle terreferme al fondo del mare, separavano le acque del globo, le indirizzavano, ne trattenevano l'impeto, domandone gli effetti: il Buache avrebbe fatto cosí coincidere la divisione delle acque con quella del rilievo. Queste sarebbero state le sue conclusioni definitive, ma già la carta del 1745 permetteva, specialmente se si teneva conto della delucidazione offerta dal resoconto del segretario dell'Accademia, di dedurre per lo meno una parte di tali conclusioni.

Buffon, fondandosi su questa sola carta, accettava la tesi di un fondo marino percorso da catene di montagne. A questo proposito egli si riferiva direttamente alla carta del Buache. (Già il Marsili aveva accennato di aver

[1] Hist. Acad. Sci. (1745) 76 sg.

rilevato l'assenza di una soluzione di continuità fra la struttura della superficie continentale e il fondo del mare. Tuttavia il Marsili non aveva particolarmente insistito sulle conclusioni che egli stesso sembrava assai incline a trarne, limitandosi a presentare una serie accurata di osservazioni di carattere molto particolare.) Ma Buffon considerava addirittura come cosa scontata l'ipotesi espressa nella relazione del Fouchy, segretario dell'Accademia, che metteva in relazione la disposizione delle alture sul fondo marino con le correnti. Tuttavia la questione aveva per Buffon un interesse assai piú ampio, presentando i risultati ottenuti dal geografo Buache una singolare coincidenza con alcune fondamentali conclusioni della sua teoria della Terra. La presenza infatti di un rilievo sul fondo marino dimostrava (nel caso di Buffon confermava): 1) che identica era la struttura delle terre continentali e di quelle coperte dal mare, che perciò identica doveva essere stata la causa che aveva determinato la loro particolare comune conformazione: in ambedue i casi le acque; 2) che le terre a est dell'Asia potevano essere una grande e ininterrotta catena di montagne, inframmezzata dal fluire dell'oceano, e che potevano far parte o aver fatto parte di un continente cosí come del fondo del mare; 3) che le correnti dovevano scorrere come fiumi in un alveo, in mezzo a sponde che formavano alture, e che perciò presentavano quella corrispondenza di angoli opposti osservata nelle sponde lungo il corso del fiume, corrispondenza che aveva rivelato la formazione delle terre per l'azione delle acque. Questo fatto dimostrava con indiscutibile certezza che dovevano essere state le acque marine a strutturare la superficie terrestre. Questo terzo punto costituisce l'oggetto dell'ultima parte di questo articolo sulle correnti: esso confermava nella maniera piú decisiva quanto aveva asserito il Bourguet nell'osservazione da lui definita "chiave" della teoria della Terra: "Le loro rientranze naturali corrispondono alle sporgenze piú marcate o agli angoli piú accentuati delle montagne con i quali determina il letto sul quale scorre il fiume. Questa struttura è come quella del letto del mare, del letto dei laghi, dei fiumi e dei valloni..." [1] Buffon veniva a sostenere perciò anche la coincidenza della divisione delle acque con quella del rilievo, che già abbiamo trovata applicata nell'articolo 10 per la disposizione dei corsi fluviali: questa coincidenza tuttavia sarebbe stata espressamente formulata dal Buache solo nel 1752. Saremmo perciò propensi a trovarne la piú vera origine in Buffon, come diretta conseguenza della teoria della Terra e precisamente del rapporto stabilitosi fra le acque e le terre nel periodo

[1] BOURGUET, *Lettres philosophiques* cit., p. 182.

della formazione della Terra stessa e dei suoi rilievi, conseguenza che ancora una volta le conclusioni del Buache avrebbero confermato.

Dobbiamo ancora ricordare come vi fosse stato qualcuno che ancora prima del Buache aveva raccolto una sicura documentazione sulla presenza di montagne sul fondo del mare e sul rapporto intercorrente con le correnti marine: si tratta dell'ignorato Maillet, che nel *Telliamed* aveva collegato le osservazioni relative ai sistemi montuosi e alle correnti in fondo al mare con la teoria della Terra,[1] ne aveva fatto dipendere la formazione delle montagne, e aveva sostenuto che non c'è separazione fra il fondo del mare e la superficie terrestre.

458 (339)* Questo articolo venne scritto da Buffon sulla traccia delle due piú importanti relazioni fino allora comparse sul fenomeno dei venti, cioè i capitoli 20 e 21 della *Geographia generalis* del Varenio, e la memoria pubblicata nel 1686 dallo Halley, *An Historical Account of the Trade Winds and Monsoons, observable in the Seas between... and the Tropick, with an Attempt to assigne the Physical Cause of the said Winds.*[2] Possiamo anzi dire che quest'articolo di Buffon sui venti è un mosaico di passi citati e di estratti senza o con riferimento dallo Halley e dal Varenio, che Buffon usò indiscriminatamente quali fonti informative. Lo Halley, accingendosi a scrivere la sua relazione, si era direttamente riallacciato al Varenio, non rilevando altra differenza fra la sua lunga memoria e i capitoli della *Geographia generalis*, all'infuori di una maggiore e piú esatta informazione del suo saggio in relazione ai tratti delle zone poste fra i tropici.

458 (339)** Il Varenio iniziava il suo capitolo sui venti scrivendo: "Causae ventorum variae sunt. Et enim cum ventus nihil aliud sit, quam continua aëris protusio, omnia illa, quae talem protusionem efficere possunt, erunt causae ventorum", e elencando le sette cause piú importanti: la rarefazione prodotta nell'aria dal calore solare, le esalazioni provenienti dalla terra e dal mare, il dissolversi e la rarefazione delle nubi, lo scioglimento delle nevi e del ghiaccio, il sorgere e le varie posizioni della Luna, la condensazione e la rarefazione dell'aria provocate da vapori freddi o caldi, l'abbassamento delle nubi. Il Mariotte a sua volta nel suo *Traité du mouvement des eaux* avrebbe elencato tre cause generali e quattro particolari dei venti.[3]

[1] MAILLET, *op. cit.*, pp. 121 sgg. [2] E. HALLEY, Phil. Trans. (1686) 153 sgg.
[3] E. MARIOTTE, *Œuvres*, vol. 2 (Leida 1717) p. 343.

**459** (340) Buffon prende qui in particolare considerazione la teoria che riconduce all'attrazione del Sole e della Luna la causa dei venti, senz'alcun dubbio spinto a ciò proprio dal saggio, da lui citato in nota, scritto appena qualche anno prima dal d'Alembert. Nel 1746 l'Accademia di Berlino aveva proposto per quell'anno il seguente problema: Determinare l'ordine e le leggi che il vento dovrebbe seguire, se la Terra fosse circondata da tutte le parti dell'oceano; in modo da poter in ogni tempo predire la velocità e la direzione del vento in ogni punto. Il d'Alembert inviò una lunga memoria: *Réflexions sur la cause générale des vents, ou Recherches physiques et mathématiques sur les mouvements que l'action du Soleil et celle de la Lune peuvent exciter dans l'atmosphère.* Il sottotitolo indica quale causa generale egli avesse scelta, facciamo tuttavia notare che il d'Alembert considerava l'attrazione del Sole e della Luna solo una delle cause generali dei venti e non la causa generale: "Tutti i fisici sono oggi d'accordo sul fatto che il flusso e riflusso diurno delle acque del mare non può essere attribuito che all'azione del Sole e della Luna. Qualunque sia il principio di questa azione, è incontestabile il fatto che per trasmettersi fino all'oceano essa debba traversare prima la massa d'aria da cui è circondata, e di conseguenza muovere le parti che compongono questa massa. Possiamo dunque considerare l'azione del Sole e della Luna, se non come l'unica causa dei venti, per lo meno come una delle cause generali da noi ricercate..." [1] Il d'Alembert considerava in ogni modo rilevante quest'azione attrattiva sull'aria, ma la preferenza su altre possibili cause generali era determinata dal fatto che si trattava dell'unica ipotesi riducibile matematicamente e perciò calcolabile; si veda in proposito la nota **467** (345).

**466** (345) Si tratta dell'ipotesi sostenuta da Descartes e dai cartesiani in genere.[2]

**467** (345) Ancora una volta Buffon torna a contrapporre la determinazione teorica di un fenomeno naturale alla sua determinazione attraverso una ricerca storico-naturalistica; si vedano le note **166** (124) e **352** (261)*. Lo stesso problema, dare cioè una teoria dei venti, si era proposto il d'Alembert nella sopra citata memoria, concludendo per l'impossibilità di una sua attuale soluzione. In attesa di questa soluzione egli indicava

[1] J. D'ALEMBERT, *Réflexions sur la cause générale des vents* (Parigi 1747).
[2] R. DESCARTES, *Les météores*, in *Œuvres* a cura di Ch. Adam e P. Tannery (Parigi 1897-1910) vol. 6, p. 269; J. ROHAULT, *Traité de physique* (Parigi 1671) vol. 2, pt. 3, cap. 11.

un procedimento di ricerca astratta e generale, su base matematica, fondamentalmente opposto a quello suggerito da Buffon. Per permettere al lettore di farsi un'idea sufficiente di questa opposizione, troviamo opportuno riprodurre l'intero passo con l'argomentazione del d'Alembert.

Presa in considerazione l'eventualità di dare una teoria dei venti, il d'Alembert aveva cercato di calcolare quella che, dopo il saggio dello Halley, veniva considerata la causa piú generale dell'origine dei venti, cioè la rarefazione dell'aria prodotta dal calore solare. Ma doveva ammettere che i "princípi necessari a questo calcolo mancano completamente..." e che perciò "la teoria dei venti non può raggiungere un certo grado di perfezione da questo punto di vista". E continuava: "Se non possiamo sottomettere al calcolo i venti che il calore del Sole fa nascere, per quanto regolari e costanti in se stessi, a maggior ragione non dovremo cercare quali spostamenti possano determinare nell'aria le variazioni accidentali del caldo e del freddo, prodotte o dal sollevamento dei vapori e delle nubi o da altre cause ignote che non sono determinate da nessuna legge sicura. Per quanto riguarda le irregolarità dei venti, occasionati dalle montagne e dalle altre prominenze che si incontrano sulla superficie della terra, si dovrebbe ammettere che esse seguano un ordine costante se i venti, d'altra parte, fossero prodotti da una causa periodica e uniforme. Ma quando si presterà attenzione sia ai calcoli impraticabili in cui una simile considerazione ci fa incappare, sia alla scarsa conoscenza che abbiamo del globo terrestre, in breve, per dirla con le parole dei geometri, ai pochi dati che si possiedono per risolvere un simile problema, si riconoscerà senza difficoltà che le piú profonde ricerche in questa materia devono finire, nel migliore dei casi, in risultati molto vaghi e imperfetti. Di conseguenza l'oggetto piú esteso, o forse il solo che si possa sperare di affrontare, è di determinare i movimenti dell'aria, nell'ipotesi che la superficie del globo sia completamente regolare e che l'agitazione dell'atmosfera pervenga esclusivamente dalla attrazione della Luna e del Sole. Riconosco che dopo aver risolto questo problema saremo ancora molto lontani dal conoscere in maniera sicura il corso e le leggi dei venti. Ma la maggior parte delle questioni fisico-matematiche sono cosí complicate, che è necessario prima prospettarle in forma astratta e generale, per giungere poi gradualmente dai casi semplici ai composti. Dobbiamo soltanto all'osservazione costante di questo metodo se si sono fatti finora alcuni progressi nello studio della natura." [1]

[1] D'ALEMBERT, *Réflexions sur la cause générale des vents* cit., pp. VI sgg.

479 (355) Per il Varenio il Pacifico era cosí chiamato per essere il piú calmo dei mari. Egli ne attribuiva la causa al fatto che il suo moto verso l'occidente non era arrestato da lidi opposti, come avveniva invece nell'Atlantico. Il Buache avrebbe sostenuto l'infondatezza di questa caratteristica del Pacifico, agitato al contrario dai venti e da molte e violente tempeste.[1]

492 (363) Si veda l'esposizione che ne dette il Musschenbroek.[2]

492 (364) Per esempio il Varenio, che ne attribuiva la causa a un ostacolo incontrato dal vento e a una combinazione contrastante di piú venti.[3]

504 (373) Si tratta della famosa esperienza del Lémery ("i puerili tentativi del Lémery — ebbe a definirla lo Humboldt — che hanno avuto disgraziatamente una cosí lunga influenza sulle teorie vulcaniche"): egli mescolò 50 libbre di limatura di ferro e di zolfo, le inumidí e le sotterrò a una certa profondità. Il miscuglio, riscaldatosi, s'incendiò provocando una esplosione. L'esperienza diventò classica e venne accettata per tutto il Settecento come la piú probabile spiegazione dei fenomeni vulcanici. Buffon, Pallas, La Métherie, eccetera, aggiungevano che lo zolfo, i bitumi e le materie infiammabili che si trovano nella parte piú superficiale della crosta terrestre servivano ad alimentare questo primo incendio e questa prima esplosione.

Nelle "Epoche della natura" Buffon farà risalire alla quarta epoca la formazione dei vulcani, esponendo un'ampia e particolareggiata teoria relativa alla loro origine e al loro meccanismo. I depositi di ferro, di piriti, e di tutte le altre sostanze nella cui composizione entrano acidi, si erano formati col cadere dell'acqua dall'atmosfera sul globo terrestre. Queste materie erano state infatti trascinate e depositate nei luoghi bassi e nelle fenditure delle rocce del globo, e venendo a contatto con le sostanze minerali sublimate dal grande calore della terra, avevano formato il primo accumulo di materiali per la futura azione dei vulcani, sviluppatasi solo quando la terra rimase allo scoperto.

Due elementi erano essenziali alle esplosioni vulcaniche, secondo Buffon: la presenza dell'acqua, e l'elettricità. "Queste materie hanno bisogno di

[1] P. Buache, *Essais de géographie physique*, Mém. Acad. Sci. (1752) 406.
[2] Musschenbroek, *op. cit.*, vol. 2, pp. 776 sgg.
[3] Varenio, *op. cit.*, lib. 1, prop. 12.

una certa quantità d'acqua per entrare in effervescenza, perché solo in seguito all'urto di un grande volume di fuoco contro un grande volume d'acqua possono venire provocate le loro violente eruzioni. Un vulcano terrestre può durare solo finché è vicino alle acque", fatto con cui egli cercava di spiegare la posizione geografica dei vulcani: "Tutti i vulcani attualmente in azione — egli concluderà — sono infatti nelle isole o vicino alle coste." [1]

L'importanza che Buffon annetteva all'elettricità può far pensare che egli ricollegasse il fenomeno vulcanico a una causa piú generale. Egli dichiarava infatti che "il fondo della materia elettrica era il calore proprio del globo", il cui sprigionamento provocava queste scariche che, infiltrandosi nei cunicoli sotterranei e subendo maggiore o minore opposizione dalle materie, provocavano boati, incendi, esplosioni. Tuttavia a questa ipotesi Buffon non dava nessuno sviluppo, ed è incontestato che non vi è sostanziale differenza fra la spiegazione data del fenomeno vulcanico nella "Storia e teoria della Terra" e nelle "Epoche della natura".

**506** (375) È noto come i primi scavi nella zona di Ercolano vennero effettuati nei primi anni del Settecento. Negli anni immediatamente precedenti il 1749 erano state pubblicate le prime complete relazioni su quanto era venuto alla luce.

**523** (387) Se il Ray aveva attribuito ai vulcani e ai terremoti la formazione di tutte le montagne, Stenone e Leibniz ne avevano loro attribuita per lo meno una parte. La critica che Buffon rivolgeva qui al geologo inglese è connessa con la sua teoria dell'origine sedimentaria delle montagne.

Nelle "Epoche della natura" Buffon ammetterà una piú vasta azione dei vulcani e dei terremoti, riconducibile alla quarta epoca e progressivamente in aumento con il lento ritirarsi delle acque che durante la terza epoca avevano coperto la superficie terrestre. "Benché la quantità di materia vomitata dai vulcani sia molto scarsa a paragone della quantità di materie calcaree, essa nondimeno occupa un'estensione assai vasta sulla superficie delle regioni che circondano queste montagne ardenti e quelle i cui fuochi sono spenti o assopiti..." [2] Ai terremoti, precedenti l'esplosione e la nascita dei fenomeni vulcanici, Buffon attribuirà effetti violenti quanto quelli dei vulcani, ma piú estesi. Tuttavia le conclusioni sugli effetti provocati da ambedue questi fenomeni non saranno sostanzialmente diverse da quelle

[1] *Suppléments à l'Histoire naturelle*, vol. 5 (1778) p. 134. [2] Ibid., p. 142.

di trent'anni prima, benché l'azione sia degli uni che degli altri fosse stata assai piú approfondita e le fosse stato riconosciuto un campo di fenomeni la cui traccia incancellabile si trovava su tutta la superficie terrestre: "... rovesciamenti irregolari e spesso nascosti da ammassi informi accumulati senza regola alcuna... ma non dobbiamo meravigliarci di trovare cosí vaste regioni interamente coperte di materie eruttate dai vulcani. Questo sconvolgimento causato dai terremoti si limita a mascherare la natura agli occhi di coloro che la vedono soltanto in proporzioni ridotte e che di un effetto particolare e accidentale fanno una causa generale e costante. È l'acqua sola che, quale causa generale susseguente a quella del fuoco originario, ha costruito e configurato la superficie attuale della terra. Tuttavia ciò che manca all'uniformità di questa costruzione universale è l'effetto particolare della causa accidentale di terremoti e dell'azione dei vulcani".[1]

552 (409) Il Woodward aveva ricondotto queste fenditure ai moti di assestamento che aveva subíto la Terra dopo il diluvio e dopo il primo deposito stratificato delle materie: "Poco dopo gli strati si spaccarono in tutti i luoghi del globo e, dove alzandosi e abbassandosi, furono spostati e cambiarono posizione. La forza che causò questa separazione e questo spostamento degli strati si trovava nella Terra. Da qui hanno avuto origine le irregolarità e le ineguaglianze del globo, che si verificarono contemporaneamente alla rottura e al dislocamento degli strati, né vi fu altra ragione di questa irregolarità. Le grotte naturali che si vedono nelle rocce, da me chiamate nelle *Osservazioni* fessure perpendicolari, non sono altro che rotture o brecce che si sono formate negli strati."[2]

Se la spiegazione data dal Woodward era quanto mai confusa e generica, senz'alcun dubbio Buffon ebbe soprattutto presente nelle pagine seguenti le diverse disquisizioni di questo autore sulla composizione delle montagne, delle rocce e delle pianure, e sulle loro successive trasformazioni. Esse rivelavano nel Woodward un attento conoscitore e osservatore della composizione dei terreni. Ma alle spiegazioni che dava il naturalista inglese, in rigida ottemperanza con le sue esigenze di teologo, Buffon sostituiva spiegazioni tratte dalle cause naturali, imputabili all'azione di acque piovane, a disseccamento delle materie, eccetera.

[1] Ibid., pp. 147 sg.
[2] J. Woodward, *Géographie physique*, trad. franc. del Noguez (Parigi 1735) p. 62.

**562** (415) Allusione allo Geoffroy e al Réaumur, che in due interessanti memorie avevano cercato di spiegare la formazione di tutte le pietre, dalle opache alle trasparenti, mediante i depositi di un succo contenente particelle solide, chiamato "succo lapidifico" o "pietroso", oppure "materia pietrosa" o "cristallina".[1]

Sui succhi lapidifici, sulle concrezioni pietrose e cristalline, si vedano nella *Storia naturale dei minerali* le ampie trattazioni che ne avrebbe dato il Buffon (vol. 1, pp. 218-72; vol. 4, pp. 33 sg., 97 sg., ecc.).

**596** (440) All'Accademia delle Scienze di Svezia proprio in quegli anni, fra il 1740 e il '50, una discussione appassionò gli accademici, cioè l'antichità della Svezia, che secondo il Dalin era stata coperta in tempi non molto remoti dalle acque del mare. Ad essa prese parte anche Linneo.[2]

[1] C.-J. Geoffroy, *Sur l'origine des pierres*, Mém. Acad. Sci. (1716) 258 sgg.; R.-A. de Réaumur, *Sur la nature et la formation des cailloux*, ibid. (1721) 257 sgg. Cfr. inoltre, per le teorie sul succo lapidifico e cristallino di ambedue questi naturalisti, H. Metzger, *La génèse de la science des cristaux* (Parigi 1918) pp. 29 sgg.

[2] C. Linneo, *De telluris habitabilis incremento*, in Amoenitates academicae (Stoccolma 1762) pp. 414 sgg.

# *Indice dei nomi*

***La numerazione richiamata nell'indice è quella delle pagine del nostro testo. I numeri di pagina in corsivo si riferiscono ai luoghi, a piè di pagina nelle* Note, *in cui le varie indicazioni bibliografiche vengono date per la prima volta.***